



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de taludes de corte analizados mediante
métodos de equilibrio limite, carretera Checca Masacruz El
Collao, Puno 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Tarqui Quenaya, Veto Aderly ([ORCID: 0000-0003-4103-0292](https://orcid.org/0000-0003-4103-0292))

ASESOR:

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto ([ORCID: 0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón a mi madre y mi padre que supieron formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante con mis proyectos.

También dedico a mi esposa y mis hijos Kiara y Adert quienes fueron la mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis padres, mi esposa y mi hija Kiara y Adert por haberme dado sus apoyos incondicionales durante todo este año y por esa razón el más grande aliciente para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mi y también para ellos.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos	16
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos	32
IV. RESULTADOS.....	33
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS.....	57
Trabajos citados	57
ANEXOS	61

Índice de figuras

Figura 1.1. ubicación de talud.	2
Figura 2.1. Esquema estático – método Janbu	7
Figura 3.1. Precipitación meteorológica del año 2016 al 2020	17
Fig. 3.2. características geométricas del talud 01.	20
Fig. 3.4. características geométricas del talud 03.	21
Figura 3.5. Talud en el tramo km 33+605 a km 33+776.....	22
Figura 3.6.. Talud en el terreno 38+300 a 38+400	22
Figura.3.7 Talud en el terreno 39+150 a 39+250	23
Figura 3.8 Modelo estático km 33+605 a km 33+776.....	24
Figura. 3.9 Modelo estático - lluvia km 33+605 al km 33+776.....	25
Fig. 3.10 Modelo pseudo-estático km 33+605 al km 33+776	26
Figura 3.11 pseudo-estático - lluvia km 33+605 al km 33+776	27
Figura.3.12 flujos de agua sub terranea.	28
Figura 3.13 Modelo con flujo de agua 1/8 de la altura del Talud.....	28
Figura 3.14 Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.....	29
Figura 3.15.Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.....	30
Figura 3.16 Modelo con carga de nieve en la parte superior de talud.....	30
Figura 4.1. mapa político de Perú	33
Figura 4.2. mapa político del departamento de Puno.....	33
Figura 4.3. Ubicación de tramos en estudio.	33

Índice de tablas

Tabla 2.1 valores de factores de seguridad.....	9
Tabla 2.2. Inclinación de taludes de corte relación H: V.....	9
Tabla 2.3. clasificación del tipo de falla.	10
tabla 3.1. según herrera la validez rango y magnitud.....	15
Tabla 3.2. validez de contenido del instrumento	15
Tabla 3.3. interpretación de la confiabilidad según rango y magnitud.....	15
Tabla. 3.4. cuadro de ubicación de calicatas.....	16
Tabla 3.5. precipitación meteorológica del año 2018 al 2022	17
Tabla 3.6. peso de nieve sobre una superficie horizontal	18
Tabla 3.7. Normas de laboratorio	18
Tabla 3.8. Ensayo de mecánica de suelo.....	19
Tabla.3.9 Características geométricas del talud N° 1.....	20
Tabla.3.10. Características del talud No 2.	20
Tabla.3.11 Características del talud N° 3.....	21
Tabla 3.12. determinación de terreno a través de los resultados de las pendientes	21
Tabla 3.13 de tipo de falla	23
Tabla 3.14 F.S. En condición estática escenario normal.....	24
Tabla 3.15 Factor de seguridad en condición estática en temporada de lluvia ..	25
Tabla3.16 . F. S en condición pseudo-estático en escenario normal.	26
Tabla 3.17 en condición pseudo-estático en escenario de lluvia.....	27
Tabla. 3.18 Modelo con flujo de agua 1/8 de la altura del Talud	29
Tabla 3.19 Figura Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.	29
Tabla 3.20. Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.	30
Tabla 3.21 Nivel de estabilidad en condición estática km 39+150 A km 39+250 .	30
Tabla 3.22 Nivel de estabilidad en condición estática km 39+150 A km 39+250.	31
Tabla 3.23 Nivel de estabilidad en condición pseudo - estático km 39+150 al km 39+250.	31
Tabla 3.24 Nivel de estabilidad en condición con flujo de aguas subterránea km 39+150 al km 39+250.....	32
Tabla 3.25 Nivel de estabilidad en condición con carga de Nieve.....	32
TABLA 4.1.- Resumen de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico. .	34
Tabla 4.2.Tipo de falla en los taludes.....	34
Tabla 4.3. Factor de seguridad en condición estática	35
Tabla 4.4. Factor de seguridad en condición pseudo – estático.....	36
Tabla 4.5. Factor de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.	36
Tabla 4.6 Factor de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.	38
Tabla 4.7. Nivel de estabilidad en condición estática	39
Tabla 4.8 de estabilidad en condición estática	39
Tabla 4.9 nivel de estabilidad en condiciones con flujo de agua	40
Tabla4.10 Factor de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.	41

Resumen

La tesis: “Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Limite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022”, tiene como objetivo: Determinar la estabilidad de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite. empleando metodología del tipo: aplicada, nivel: explicativo y descriptivo. Determinando los siguientes resultados : en escenario normal, lluvia condición estático se obtuvieron los valores km 33+605 al km 33+776 F.S=0.84, km 38+300 al km 38+400 F.S=0.84, km 39+150 al km 39+250 tiene F.S=0.58, también se tiene en condición pseudoestático el km 33+605 al km 33+776 F.S= 0.69, km 38+300 al km 38+400 F.S=0.72, 39+150 a 39+250 tiene F.S=0.49, con flujos de aguas subterráneas y cargas de nieve 39+150 a 39+250 tiene FS=0.46 la tesis muestra como conclusión: El nivel de estabilidad del talud más crítico km 39+150 al km 39+250, en condición más crítico su F.S es 0.58 con el método Bishop simplificado menor a 1.50, del mismo modo en condición pseudoestático presenta, agua subterráneas y cargas de nieve F.S=0.46 menor a 1.00, en toda las condiciones el talud es inestable; el nivel de estabilidad a mayor altura el talud es inestable, ya que el factor de seguridad disminuye.

Palabras claves: Angulo, altura, factor de seguridad, talud, estabilización.

Abstract

The thesis: Stabilization of Cut Slopes Analyzed Using Limit Equilibrium Methods, Checca Masacruz El Collao highway, Puno 2022, aims to: Determine the stability of cut slopes analyzed using limit equilibrium methods. using methodology of the type: applied, level: explanatory and descriptive. Determining the following results: in normal scenario, rain static condition, the values were obtained km 33+605 at km 33+776 F. S=0.84, km 38+300 at km 38+400 F. S=0.84, km 39+150 at km 39+250 has F. S=0.58, also in pseudo-static condition km 33+605 to km 33+776 F. S=0.69, km 38+300 to km 38+400 F. S=0.72, 39+150 to 39+250 has F. S=0.49, with groundwater flows and snow loads 39+150 to 39+250, has F. S=0.46. The thesis shows as a conclusion: The stability level of the most critical slope km 39+150 to km 39+250, in the most critical condition its F.S is 0.58 with the simplified Bishop method less than 1.50, in the same way in a pseudo-static condition it presents groundwater and snow loads F. S=0.46 less than 1.00, in all conditions the slope is unstable; the level of stability at a greater height the slope is unstable, since the safety factor decreases.

Keywords: Angle, height, safety factor, slope, stabilization.

I. INTRODUCCIÓN

En el estudio de la inestabilidad de taludes en corte afectan los fenómenos naturales a una ruptura de masas de talud. Los agentes externos de la naturaleza responsables de la inestabilidad de talud que genera una fuerza de bloques de tierra, el peso y, eventualmente, ocasionados por los efectos de filtración lluvias, nevadas y granizos. (VALIENTE SANZ, Ricardo, 2018)

En el Perú, la mayoría de las cuencas hidrológicas presentan desprendimientos, deslizamientos, rocas y macizos de tierra en las laderas de las montañas. Se encuentra principalmente en taludes, así como en taludes que caen masas de tierra, donde las condiciones naturales como lluvia, nevada, etc. no favorecen. En el caso de los deslizamientos, son causados por fenómenos naturales, la visibilidad de áreas críticas sensibles a las fallas y grietas geológicas, causados por las precipitaciones y filtraciones de agua, los fenómenos sísmicos y el uso abusivos de explosivos. (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015-2018)

Nuestro terreno montañoso, los deslizamientos son causados por fenómenos naturales como lluvias, temblores, erosión y filtraciones, incluso cambios topográficos causados por cierto tipo de estructuras provocan. Las áreas de contacto del límite en un ángulo con la horizontal se conocen como taludes o taludes no restringidos y pueden ser naturales o contruidos. Si el suelo parece irregular, las fuerzas harán que las masas terrestres se desplacen hacia abajo. (CERVANTES S, 2015).

En la carretera Checca – Mazocruz de la provincia El Collao región Puno tramos km 33+605 - km 33+776, km 38+300 a 38+400 y km 39+150 al km 39+250 se viene presentando la presente investigación surge a través de una necesidad de resolver el problemas de inestabilidad de talud, principalmente en la zona de intervención tramos km 33+605 - km 33+776, km 38+300 A km 38+400 y km 39+150 al km 39+250 de la mencionada carretera, el cual presenta este problema desde la ejecución de la carretera del año 2019 que ejecutado por la empresa San José , ya que en la sierra altiplánica Puneña caen intensas lluvias nevadas y con muchas filtraciones de agua especialmente en los meses diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Los deslizamientos de tierra están relacionados con las lluvias, granizadas y nevadas produciendo la infiltración y la saturación de agua en el suelo. Además, la caída masiva y el agrietamiento del

suelo son comunes. Este análisis es socialmente importante para toda la población del distrito de llave - Condururi - Mazocruz ya que pretende mejorar los problemas de deslizamientos, erosión y taludes inestables que se presentan durante la época de lluvias, poniendo en peligro a todos aquellos que transitan frecuentemente llave - Conduriri y Mazocruz. Zona Residencial, además, muchos turistas visitan los baños termales Pojppo Ccollo, a 3 km del distrito de Conduriri. tales motivos que es de mucha importancia de realizar análisis de estabilidad de taludes y analizar sistemas más efectivos para prevenir problemas de deslizamientos: realizar pruebas mecánicas de suelo, identificar tipos de suelo existentes en el área de estudio, realizar estudios topográficos, determinar las características geotécnicas del suelo. Implementar alternativas de solución de deslizamiento de taludes ocasionados por fenómenos naturales en los tramos más críticos, comprender los factores que afectan y determinar el factor de seguridad de taludes en el área de estudio y dar soluciones efectivas para el análisis y diseño de seguridad de taludes.



Figura 1.1. ubicación de talud.



Figura 1.2. falla de talud.

Como se puede observar en la figura y en los párrafos anteriores, los derrumbes afectan la vías en tramos km 33+605 al km 33+776, km 38+300 al km 38+400 y km 39+150 al km 39+250 la realidad problemática es necesario formular el problema general: ¿Cuánto es la estabilidad de los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022?, como problema específico la primera: ¿Cuál es la geometría del Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022?, la segunda: ¿Cuál es el tipo de falla taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022?, la tercera: ¿Cuánto es el factor de seguridad de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022?. Continuando, la escena del esquema de exploración de señal. Justificación de un punto de vista teórico: el desarrollo continuara los pasos del trabajo y las instrucciones exploratorias, teniendo en cuenta el conocimiento de las variables y de cada dimensión a examinar, permitirán a los elementos realizar estudios topográficos y de mecánica de suelos. estudios sobre pendientes de diferentes escalas. Se aplicara los tres métodos, para así poder obtener el factor de seguridad para comprender mejor el deslizamiento de ladera causado por fenómenos naturales practica: Se necesita un estudio para informarse sobre factor de seguridad en taludes con la consideración de expertos geotécnicos, geometría de taludes en los siguiente tramos 33.605km a 33.776km, 38.300km a 33.400km y 39.150km. km 39 250

Finalmente, en lo metodológico: Se hará una descripción de las propiedades y características de cada una de las variables y se explicará porque, como y su relación entre sí. objetivo general: Determinar la estabilidad de talud de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022, y como objetivos específicos, la primera: Estimar la geometría del Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022, la segunda: Identificar los tipos de falla Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022. Y la tercera: Cuantificar el factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022. Teniendo los problemas y objetivos se formula la hipótesis general Los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite son estables, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022.; la primera: La geometría de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite es adecuado para la carretera de Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022., la segunda: El tipo de falla de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite es rotacional, carretera de Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022 y la tercera: El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite son estables, carretera Checca Mazocruz el Collao, Puno 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente nacional, (MEDINA NUÑES, 2020) en la tesis de grado en la UCV de estabilidad de taludes que estableció como objetivo: Fue concretar la seguridad de taludes en pendientes altas analizados por método de equilibrio límite y emitir alternativas efectivas y asegurar el tránsito peatonal y vehicular, aplicando una metodología: Fue de forma correlacional explicativa y examinar los efectos de la naturaleza que afecta los taludes de la carretera, teniendo como resultados: Los siguientes resultados en el tramo más críticos de la siguiente progresiva km 27+560 al km 27+680 analizado por los siguientes métodos; F.S condición estática = 0.97, F.S Bishop simplificado= 0.78, F.S Spencer =0.79 y F.S Morgenstern-Price= 0.79. conclusión: Los tramos más críticos desde el km 27+560 hasta el km 27+680 fueron menores a 1,50 m en estado estático FS=0,97, también menores a 1,00 m en estado pseudoestático FS=0,78, condiciones en las que la pendiente es inestable; el grado de estabilidad tiende a volverse más inestable a medida que aumenta la altura porque el factor de seguridad disminuye.

(CCANAHUANA Y SANCHES, 2019) tesis denominado: “Análisis de estabilidad de talud mediante métodos de equilibrio límite Huancavelica – Lircay entre las progresivas del Km 02+700 al Km 02+800”, tuvo como objetivo: fue evaluar geotécnicamente el F.S de taludes para tomar decisiones de diseño seguro y garantizar el tránsito de vehículos y peatones, usando una metodología: Siguiendo una interpretación consistente, desde causa y efecto hasta estudios descriptivos y explicativa para comprender los fenómenos naturales y las propiedades mecánicas del suelo. Y así Obteniendo los resultados: en el tramos km 2+750 hasta km 02+800 se determinaron los valores del F.S en condiciones más críticos, mediante método estático durante la temporada de lluvias: F.S BishopSimplificado =1.032, F.S MorgensternPrice =1.047 y F.S Spencer =1.085, y finalmente tiene como conclusión: Teniendo como conclusión en condiciones más críticas en épocas de lluvia, existe un suelo residual, que tiene un espesor de 0.3m a 2.00m el cual ocasiona que el talud se sature en épocas de lluvias: generando que F.S baje a menor de 1.

(REVELO , 2008) En el siguiente estudio universitario denominado: “Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtropical del Norte Occidente del Ecuador a fin de evitar incidentes y accidentes de tránsito y reducir los costos de funcionamiento vehicular”, precisar como objetivo: es aplicar con características geológicas climatológicas similares para la mejora de una forma de estabilización de taludes que puede mejorar las condiciones viales en los subtrópicos del noroeste del ecuador, aplicado una metodología: Inspección y observación del área afectada mediante una encuesta descriptiva-explicativa, teniendo los siguientes resultados: Los F.S obtenidos en estado estático con diferentes alturas de corte de 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m con tendencias 1 H: 2 V, 3 H: 4 V oscilan de 1.09 al 3.44, incluso en los requisitos sísmicos, la F.S oscilan de 0.92 al 2.82, finalmente continuando con la conclusión: La influencia de la altura de corte se observa en el F.S, siempre que la altura es mayor se reduce el factor de seguridad.

(LEON CASTRO, y otros, 2016) Javier, realizaron una tesis en México titulada “Análisis cuantitativo de la estabilidad de taludes”. Que por objetivo: Es analizar la inestabilidad de taludes a través de dos métodos de cálculo esfuerzo-deformación y el método de equilibrio límite, aplicando una metodología: realizar una investigación explicativa, y teniendo como resultados: cálculo esfuerzo-deformación su F. S= 0.8 el método de equilibrio límite F. S= 1.20 y finalmente Concluyendo: que el método tenso-deformaciones tiene como resultado del F.S = 1, y el método equilibrio límite F. S= 1.20. Indicando por el método tenso-deformaciones de talud no es estable por un asentamiento exagerado de 18 cm, Y a un determinado esfuerzo cortante, supera el esfuerzo del suelo, lo que indica la posibilidad de deslizamientos de tierra. Finalmente, (MUÑOS, 2007)estableció en su tesis “Aplicación práctica del talud G-Slope en la investigación y análisis de estabilidad estructural de taludes” Ecuador y tiene como objetivo: evaluar la estabilidad de estructuras de taludes con pendiente altas aplicando el programa G-SLOPE. usando la metodología, (ALVARADO, 2014) La determinación de las propiedades geotécnicas y los estudios geométricos con G-Slope obtenido es la siguiente resultados: Se han identificado los taludes con fisuras más importantes teniendo el principal tipo de falla es la falla rotacional y de forma falla circular, el

caso estático F.S obtenido en la zona más crítica va de F.S 1.007 a 2.082, en caso de sísmica fluctúa F.S= 0.534 con = 1.220, finalmente fija como conclusión (Montejo Fonseca, y otros, 2018) Los deslizamientos de tierra en las laderas de las montañas son el resultado de la filtración de agua de lluvia. (DUQUE ESCOBAR, 2016) En cuanto al tema de investigación, los Conceptos correspondientes a variables analíticas y sus respectivos dimensiones.

La estabilización de taludes de gran altura (SANHUEZA PLAZA, 1968) Janbu permite Análisis de diferentes condiciones geotécnicas y factores de sobrecarga en la parte superior del talud, incluyendo nivel freática y grietas por tensión, método Janbu junto con otros conformado un grupo método de Dovelas que consiste en cortar la superficie de falla en como su nombre lo indica método de dovelas o franjas verticales para ser analizadas de manera separada, la principal consideración de este método es demostrar que las fuerzas en dovelas sean únicamente horizontales y nosotros tomamos las fuerzas cortantes, así también que este método tiene como objetivo equilibrar fuerzas en lugar de momentos. actuados a la diferencia de este método el método Janbu es aplicado a cualquier tipo de falla como; falla circular, falla plana, falla cuña, falla por vuelco, derrumbes, deslizamiento. (FRATELLI DIAS, 1993)

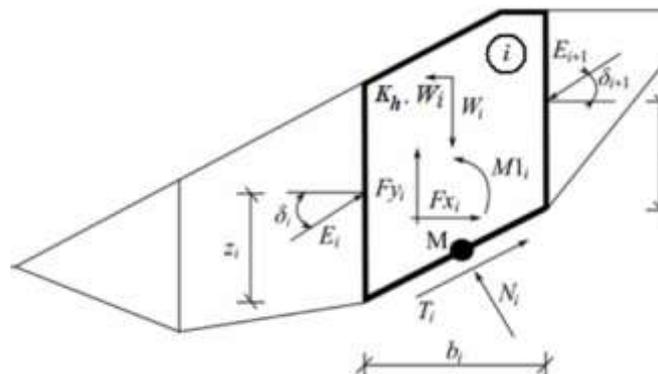


Figura 2.1. Esquema estático – método Janbu

Donde:

W_i = peso de bloque, incluyendo el material de sobre carga e incluyendo la influencia del coeficiente Vertical de sismo K_v .

$K_h \cdot W_i$ = fuerza de inercia horizontal el efecto del sismo.

N_i = Fuerza normal del deslizamiento.

T_i = Fuerza de corte de deslizamiento.

E_i, e_{i+1} = Fuerzas ejercidas por cuerpos vecinos, inclinados desde el plano horizontal por el ángulo δ_i , resp. δ_{i+1} , y yacen a la altura z_i , resp. z_{i+1} , sobre la superficie de deslizamiento.

F_{xi}, F_{yi} = Otras fuerzas horizontales y verticales en el bloque.

M_{1i} = Momento desde las fuerzas F_{xi}, F_{yi} rotando sobre un punto M, el cuál es el centro del segmento de la superficie i -th U_i = Presión de poro resultante en el segmento de la superficie i -th

$$N_i = N'_i + U_i \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$T_i = (N_i - U_i) \tan \Phi_i + \frac{b_i}{\cos \alpha_i} = N'_i * \tan \Phi_i + C_i * \frac{b_i}{\cos \alpha_i} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

$$N'_i + U_i - W_i \cdot \cos \alpha_i + K_h \cdot W_i \cdot \sin \alpha_i + F_{yi} \cdot \cos \alpha_i - F_{xi} \cdot \sin \alpha_i + E_{i+1} \cdot \sin(\alpha_i + \lambda_i + 1) - E_i \cdot \sin(\alpha_i + \lambda_i) = 0 \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$N'_i * \frac{\tan \Phi_i}{FS} + \frac{C_i}{FS} * \frac{b_i}{\cos \alpha_i} - W_i * \sin \alpha_i - K_h * W_i * \cos \alpha_i + F_{yi} \cdot \sin \alpha_i + F_{xi} * \cos \alpha_i - E_{i+1} \cdot \cos(\alpha_i - \lambda_i + 1) + E_i * \cos(\alpha_i - \lambda_i) = 0 \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$E_{i+1} \cos \lambda_i + 1 \left(Z_i + 1 \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_{i+1} * \sin \lambda_i + 1 * \frac{b_i}{2} - E_{i+1} \cos \lambda_i + 1 \left(Z_i + 1 \frac{b_i}{2} \tan \alpha_i \right) - E_{i+1} * \sin \lambda_i + 1 * \frac{b_i}{2} + M_{1i} - K_h * W_i (Y_m - Y_{gi}) = 0 \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$FS = \tan \Phi_i * \tan(\lambda_i + 1 - \alpha_i) \quad (\text{Ec. 2.6})$$

Donde:

FS = factor de seguridad

$$m\alpha = \cos \alpha_i + \frac{\sin \alpha_i * \tan \Phi_i}{FS} > 0.2 \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

$M\alpha$ = verificación de parámetros

El factor de seguridad está relacionado con valores superiores a la resistencia del suelo que es el valor que provoca el movimiento. (MTC, 2013) El F.S depende de la falla final considerada, el factor de seguridad para el suelo donde el esfuerzo cortante y el esfuerzo cortante de equilibrio están disponibles es la suma de todas las fuerzas por debajo del valor del factor de seguridad. (Guamán, 2016)

Tabla 2.1 valores de factores de seguridad.

igual	1	Equilibrio.
Menor	1	Seguridad cuestionable.
1	1.25	Inestable.
1.25	1.40	Seguridad.
igual	1.5	Satisfactorio para taludes.
mayor	1.5	Satisfactorio para taludes presas de tierra o enrocamiento.

Fuente: método Janbu (MTC)(2008)

Según El Estándar del Manual de Carreteras: Geometría de Diseño DG-2018 del Departamento de Transporte (MTC) (2014), se recomienda la relación H:V de la pendiente del talud.

Tabla 2.2. Inclinación de taludes de corte relación H: V.

Altura de corte	Material				
	Roca fija	Roca Suelta	Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Menor a 5	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
5 a 10	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	
Mayor a 10	1:8	1:2			

Fuente: producido por MTC, (2014) "manual de Carreteras: Diseño Geométrico del DG-2018"

Además, la clasificación del tipo de terreno se muestra en función a la pendiente y el terreno dominante se incluye en el cálculo del eje; La pendiente definida en el talud de corte debe estar relacionada con el terreno. (SUAREZ, 2016)

Tabla 2.3. Clasificación del tipo de falla.

Tipo de terreno	Descripción	Pendiente %
		Transversal
Tipo 1	Terreno plano	S menor 10
Tipo 2	Terreno ondulado	$11 \leq S \leq 10$
Tipo 3	Terreno accidentado	$51 \leq S \leq 100$
Tipo 4	Terreno escarpado	$S \geq 100$

Fuente: reproducido MTC, (2014) "Manual de Carreteras: Diseño geométrico"

continuando: Fallo de tipo 2, considerando diferentes carpetas, como (Mendez, 2021) en los libros de presentación: análisis geotécnico, llame a la "movimiento masivo" e introducir una clasificación general basada en (WARREN, 1985) en documentos técnicos de ingeniería se suelos en vías terrestres (cap. I) lo clasifican con la discrepancia de pendiente natural (pendiente) y la pendiente artificial, dependiendo de las intervenciones y los tipos de materiales, ya que esta encuesta requiere esta clasificación de falla "de acuerdo con (Velarde del Castillo, 2015) Los tipos de fallas son en su mayoría de las laderas de corte es: a) Confirmar la rotación: este es un movimiento rápido que se produce en una pendiente y cambia la masa profunda a lo largo de un terreno de falla curvada. B) fallo: este es un movimiento en la tapa de un lienzo Granja, creada por grietas, c) No cumplir con las superficies compuestas (fallas compuestas): son una combinación de movimientos rotativos y de traducción con reflejos curvos y áreas planas, tipos paralizados, (Zurairahetty, y otros, 2017) lo clasifican en forma de deslizamientos de tierras rotativos, traducción y síntesis, Estos movimientos están relacionados con la presencia de materiales homogéneos. (arcilla) y el suelo restante se abandona, en el que la estabilidad del material aumenta en profundidad, y más precisamente todos los movimientos tienen una superficie de rechazo como área bajo tráfico en formas redondas o planas; (BOBROSKY, 2008) creen que las grietas también señalan el comienzo del fracaso, (VALLEJO, 2002) las rajaduras de o bufandas, en función de qué parte de la investigación se debe medir para averiguar cómo se ha desarrollado el fallo. Finalmente, Tamaño 3: Factor de seguridad, según (MEDINA NUÑES, 2020) definiendo que es un factor utilizado para determinar el riesgo de abuso en las peores condiciones, los factores de seguridad dependen de los métodos la siguiente presentación, dependiendo de la superficie del error. (Sodium Chloride As An Additive In Lime-Soil Stabilisation, 1982) Superficies planas La visión de la presente investigación es cuantitativo, mismo que simboliza un grupo de procesos de manera ordenada ya que no se puede llegar a eludir las etapas o pasos que posterior tienden a ser probatorio siguiendo así un orden riguroso y Continuar, tamaño 2: tipo de falla, teniendo en cuenta diferentes carpetas, como

(Velarde del Castillo, 2015) en los libros de presentación: análisis geotécnico, lo llaman "movimiento de masas" y la aplicación clasificación general basado en Vermees 1978, en los documentos técnicos con tierra en los países (episodio 1) (RICO RODRIGUEZ, y otros, 1976) clasifican con la diferencia de pendiente natural (pendiente) y la pendiente artificial. Dependiendo de las intervenciones y los tipos de materiales están disponibles, por esta encuesta requiere que esta clasificación de la insuficiencia la tipos de fallos son en su mayoría en la ropa de corte es: a. Por último, el tamaño 3: Factor de seguridad, de acuerdo con (Njideka, y otros, 2018), que define que es un factor utilizado para determinar el riesgo de abuso en las peores condiciones, factores de seguridad dependen de los métodos. La siguiente comunicación, dependiendo de la superficie de la falla. Superficies planas. La visión de este estudio es cuantificar simboliza un grupo de procesos ordenados, porque no puede ser difícil de entender en etapas o pasos, más tarde, quizá tal vez el orden estricto.

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Basándose en la metodología empleada se determina que para esta investigación es de tipo Aplicativo, ya que el análisis de resultados con nivel de confiabilidad adecuado se busca corroborar la estabilidad de talud (F.S.) de corte existente en los tramos críticos de la carretera (CARLOS, 1997).

Enfoque de investigación:

En ese sentido; en cuando al enfoque de la investigación es el Cuantitativo, porque implica determinar el factor de seguridad (F.S.) mediante métodos aproximados (analítico), previo estudio exploratorio de tipo de suelo, topografía y la determinación de flujo de agua subterránea; con lo cual se contrasta la hipótesis planteada y definir la estabilidad o inestabilidad del talud de corte ejecutado en los tramos crítico (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014).

Diseño de investigación:

Según (CRUZ, 2015), señala que una investigación no experimental es adecuada para aquella o aquellas variables que no deben o pueden ser desvirtuadas incluso resulta tedioso hacerlo.

Los diseños de corte transversal o también llamado transeccional hacen referencia a reunir datos en un único y determinado momento, prácticamente el propósito de ello es pormenorizar las variables y examinar su acontecimiento e interacción en un momento dado en este estudio se recogerán los fenómenos, características y manifestaciones del área, se recogerán datos y la investigación se clasificará como un proyecto no experimental (SABINO, 1992)

Nivel de la investigación

Según la línea de investigación planteada para el presente caso, corresponde a nivel Explicativo y descriptivo, debido que se establece previamente la existencia de la relación y causalidad de variables que determinan la estabilidad de talud de corte, bajo el enfoque analítico (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014).

El alcance explicativo está enfocado en dar respuesta a los fenómenos de los eventos y efectos físicas o inclusive efectos sociales, prácticamente se centra en

dar explicación del por qué sucede una determinada circunstancia y en qué estado se presenta.

Al revisar la información, este artículo ha sido clasificado como **descriptivo-explicativo**.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Métodos de equilibrio limite.

Definición conceptual

Incluye el cálculo de la resistencia del suelo para cumplir con los requisitos de esfuerzo cortante en el momento de la falla en taludes (WARREN, 1985)

Definición operacional

El método de equilibrio limite se opera según sus dimensiones, es decir, los siguientes métodos de cálculo: Janbu, Spencer y Morgenstern-Price, y a su vez las dimensiones se fraccionan en tres indicadores.

Variable 2: Estabilidad de taludes de corte.

Definición conceptual

La seguridad de talud de los puntos de deslizamiento contra la masa de suelo ocurre cuando la superficie está inclinada debido a la ocurrencia de fuerzas de corte superiores, a la resistencia al corte (Villalaz, 2004)

Definición operacional

La estabilidad en taludes funciona en las dimensiones de las características del talud: la geometría del talud, el tipo de Falla y el factor de seguridad.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población es aquella compilación agregados a un grupo de todos los componentes (calificaciones, seres vivos, mediciones, etc.) a evaluar" (BERNAL TORRES, 2010)

La carretera es de 73 km y está compuesta por 20 taludes. de la carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Muestra:

Según Es un segmento seleccionado de la población del cual se recopilan información y conocimientos que se utilizan para realizar investigaciones, mediante la realización de cálculos y análisis sobre el problema. (BERNAL TORRES, 2010)

La presente investigación tiene como muestra y son el siguiente km 33+605 - km 33+776, km 38+300 a km 38+400 y 39+150 al km 39+250 de la carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Muestreo:

El muestreo No Probabilístico es conocido también como dirigido o no aleatorio. Para llevarlo a cabo es importante tener noción necesaria con relación a los principios a estudiar. El Muestreo por Conveniencia es aquel muestreo por el cual el mismo investigador selecciona la muestra a evaluar de acuerdo a su misma conveniencia. (Suca, 2014)

El Muestreo que se optó es el No probabilístico del muestreo por Conveniencia ya que, se tomaron los tramos más críticos de la carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022. (DEL CID, 2011)

Unidad de análisis:

Una unidad de análisis se define como un mecanismo complejo con características propiamente dicho que interactúa en un ámbito particular (BERNAL TORRES, 2010).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas

La recolección de datos también conocida como trabajo de campo, datos o información a recolectar es una forma de justificar y/o probar hipótesis planteadas, problemas a resolver, todo lo anterior, permitirá lograr el objetivo de la pregunta de investigación (BERNAL TORRES, 2010)

Empleando la técnica para recopilación de información por observación directa puesto que se realizó la inspección de campo determinando las zonas más críticas y la característica geométrica que posee los taludes de corte.

Instrumentos de recolección de datos:

Toda cuantificación o herramienta de obtención de datos debe tener tres requisitos imprescindibles como son: la objetividad, la validez y la confiabilidad (COLLADO, 2014).

Instrumentos utilizados en el proyecto de investigación; in situ: fichas de recopilación de datos, pruebas de suelo, equipo de prueba de suelo, equipo topográfico.

Validez

(HERNANDEZ SAMPIERI, 2014) La validez hace referencia al nivel en el que un instrumento.

tabla 3.1. según herrera la validez rango y magnitud.

Rango	Magnitud
0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: reproducido Herrera

En cuanto a la confiabilidad y validez del instrumento de investigación, el proyecto de investigación será examinado y aprobado por expertos y/o expertos en el campo de investigación relevante para lograr la debida acreditación. (ver anexo 3).

La validación fue dada por medio de juicio de expertos de tres profesionales.

Tabla 3.2. validez de contenido del instrumento

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Ing.	Torres Enríquez Guiovani.	60253	1
2	Ing.	Torres Escalante Kristell Y.	186650	1
3	Ing.	Henry Fayol Chambilla Risalazo	247771	0.97

Fuente: Elaboración Propia.

Confiabilidad de los instrumentos.

La confiabilidad del instrumento utilizado para el cálculo es el grado en que puede reutilizar el mismo tema o propósito con el mismo efecto (BERNAL TORRES, 2010)

Tabla 3.3. interpretación de la confiabilidad según rango y magnitud.

Rango	Magnitud
0.81-1	Muy alta
0.61-0.8	Alta
0.41-0.60	Moderada
0.21-0.40	Baja
0.001-0.20	Muy baja

Fuente: Iao & Takakuwa (2016).

3.5. Procedimientos

Teniendo los análisis de validez y confiabilidad se procedió a realizar en orden los procesos para aplicar los instrumentos en los 03 taludes críticos como son: estudios de campo, estudios de laboratorio y gabinete.

3.5.1. Estudios previos

3.5.1.1. Estudios de Campo

3.5.1.1.1. Estudios Topográficos

Para el trabajo topográfico de los 3 taludes de investigación se basó en las siguientes Normas de EPM NC-MN-OC08-10, Norma de EPM NC-MN-OC01-01, Manual de EPM AGU-TRS-TRP028-00-00.

Se realizó una inspección detallada en el lugar donde se desarrolló el proyecto para identificar los aspectos más relevantes luego se empezó a realizar el levantamiento topográfico ubicando los puntos BMS en los Taludes empleando el siguiente equipo GPS Diferencial South Galaxy G1 Plus IMU Para el levantamiento topográfico con un error de 3 segundos

3.5.1.1.2. Estudio de exploración de suelo

Calicatas

Aplicando la norma e.050 de suelos y cimentaciones manual de carreteras

La excavación del suelo se realizó a una altura de 1,80 m. Al medio del talud del tramo Checca - Mazocruz, progresivas: km 33+605 - km 33+776, km 38+300 a km 38+400 y 39+150 al km 39+250 la cantidad de 03 calicatas.

Tabla. 3.4. cuadro de ubicación de calicatas.

Progresivas	Calicata	coordenadas			Profundidad (m)
		Este	Norte	Cota	
Km 33+605 - km 33+776	C1	429540.96	8184130.88	3939.5	1.8
Km 38+300 - km 38+400	C2	431116.07	8181127.79	3922.23	1.8
Km 39+150 - km 39+250	C3	431235.06	8180257.03	3932.45	1.8

Fuente: Elaboración propia.

Precipitación

Se obtuvo los datos de la página oficial SENAMHI del año 2018 al 2022 de la estación Mazo Cruz ubicado en el departamento Puno, provincia de El Collao Distrito Mazocruz.

Tabla 3.5. precipitación meteorológica del año 2018 al 2022

AÑO	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
2017	150	120	80.5	32	13	15.5	20	25	10	30.6	50	60
2018	160	195.6	95.2	25.2	25.5	3.5	12	122	2	50	20.2	50.2
2019	140.5	180.2	118.2	30.2	2	0	0	0	0.8	6.8	10	47.8
2020	110.5	152.1	50.1	25.6	1.2	0	0	0	0	0	10.2	25
2021	152.0	120.2	30.2	26.2	2	0	0	0	2.6	15.2	18.6	70

Fuente: Senamhi Peru 2020- estación Mazo Cruz.

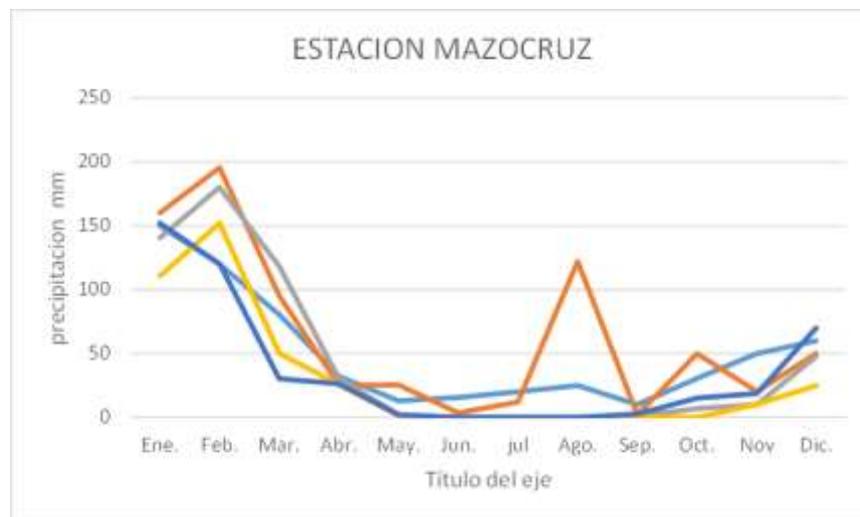


Figura 3.1. Precipitaciones meteorológica Estación Mazo cruz del año 2017 al 2021

Fuente: SENAMHI estación Mazo Cruz (2020).

Se aprecia en el cuadro las máximas precipitación que son en los siguientes: meses enero, febrero, marzo, septiembre, octubre, noviembre y diciembre

teniendo valores de (100 m.m a 180.2 m.m). También se tiene una precipitación anual máximo 203.8 mm que fue en el año 2018.

Carga de nieve en alturas

Se considera de mucha importancia para calcular el factor de seguridad en las regiones de 3,200 m.s.n.m y se abstuvo estos datos del Dpto. de tecnológica industrial España.

Tabla 3.6. peso de nieve sobre una superficie horizontal

Altura	Peso de Nieve
0 a 200 m.s.n.m.	40 kg/m ²
201 a 400 m.s.n.m	50kg/m ²
401 a 600 m.s.n.m	60 kg/m ²
601 a 800 m.s.n.m	80 kg/m ²
801 a 1000 m.s.n.m	100 kg/m ²
a 1200 m.s.n.m	120 kg/m ²
>1200 m.s.n.m	h/10

Fuente: Escuela politécnica superior- Madrid

Muestreo representativo

La norma recomienda una masa de 40 kg para extraer muestras para diversas pruebas.

3.5.1.2. Estudios realizados en laboratorio.

Tabla 3.7. Normas usadas para los estudios de suelo.

ENSAYOS	NORMAS
-Granulometría	ISO 6274:1982 sieve analysis of aggregates
Contenido de humedad	ISO 17892-1:2014 Norma española
Peso volumétrico	UNE 7001:1949
Limite liquido	UNE 103103:1994
límite plástico e índice de plasticidad	AASTHO T 90-00 (2004)
Corte directo	UNE 103401:1998
clasifico el suelo	SUCS sistema Unificado de Clasificacion de suelo AASTHO Asociacion Americana de Oficiales de Carreteras estatales y transporte.

Fuente: (MTC).

3.5.1.3. Resultado de los ensayos realizados en laboratorio

En la tabla 3.8 se tiene los resultados obtenidos en laboratorio.

Tabla 3.8. resultado de mecánica de suelo

Ensayo de mecánica de suelo		C1	C2	C3	
Análisis Granulométrico	Clasificación	Grava%:	8	11.01	5.38
		Arena%:	27.10	41.44	41.49
		Finos%:	64.90	47.55	53.13
	Clasificación	SUCS	ML	SM	SL
		AASHTO	A-4-(6)	A-4-(0)	A-1-(1)
Límite de consistencia	Límite líquido. L L (%)	38	28	30	
	Límite plástico. L P (%)	28	23	24	
	Índice de plasticidad . I P(%)	10.	5	6	
Peso específico (gr/cm3)		1.60	1.511	1.475	
Contenido de humedad (%)		18.24	26.34	24.70	
Corte directo	Cohesión (kg/cm2)	0.125	0.14	0.115	
	Angulo de fricción (°)	21.02	26.57	18.26	

Fuente: elaboración propia.

En las tres calicatas el ángulo de fricción se mantuvo por debajo de 30° mientras tanto la cohesión tubo valores de 0.125, 0.14 y 0.115 kg/cm2.

3.6. Método de análisis de datos

Los análisis se hicieron de acuerdo al orden de los objetivos específicos y generales.

3.6.1. Estimación de la geometría de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Topografía del terreno

Se realizó el trabajo de levantamiento topográfico de los tres taludes y obtener los valores de altura, pendiente y ángulo de la pendiente. Y con los datos obtenidos se efectuó la geometría de los taludes (Sánchez, y otros, 2017).

Progresiva Km 33+605 - km 33+776.

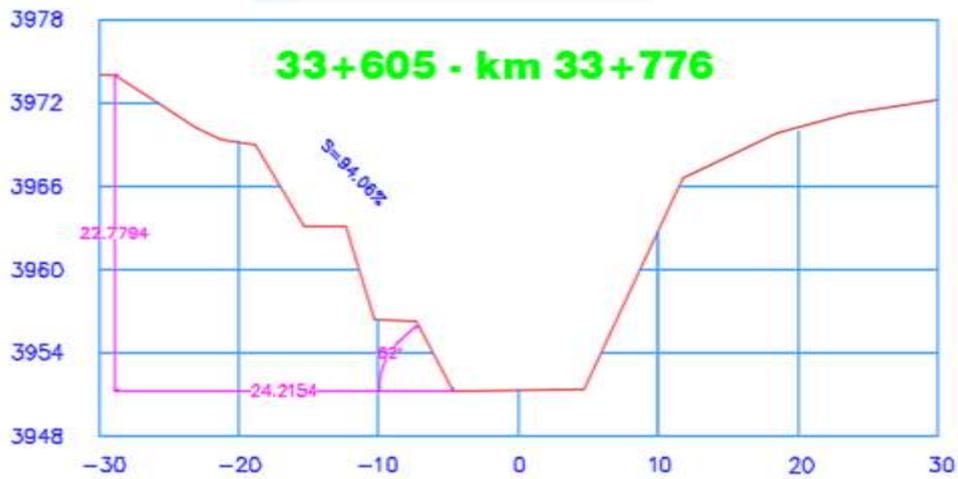


Fig. 3.2. características geométricas del talud 01.

tabla.3.9 Características geométricas del talud N° 1.

DATOS DEL PRIMER TALUD	
Pendiente (%)	94.06
Altura (m)	22.78
Angulo (°)	62.00

Fuente: elaboración Propio.

Datos obtenidos de la sección transversal progresiva Km 38+300 - km 38+400.

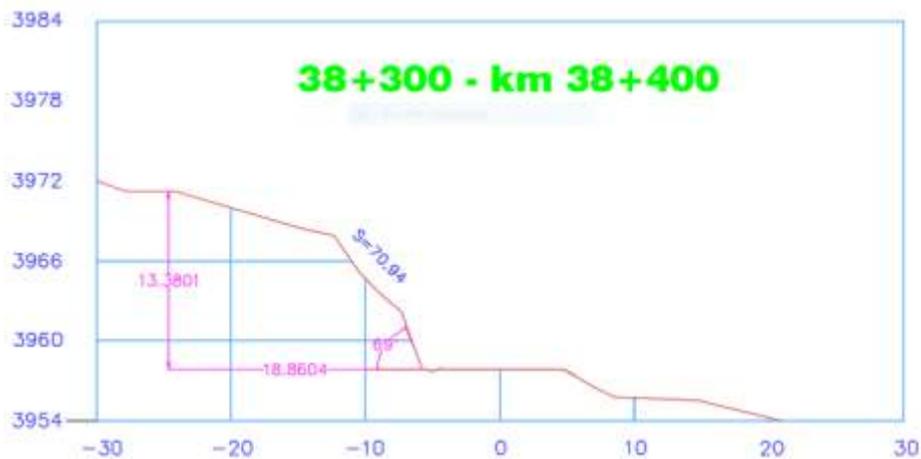


Fig. 3.3. características geométricas del talud 02.

Tabla.3.10. Características del talud No 2.

DATOS DEL SEGUNDO TALUD	
Pendiente (%)	70.94
Altura (m)	13.38
Angulo (°)	69

Fuente: elaboración propia.

Datos obtenidos de la sección transversal Progresiva Km 38+300 - km 38+400.

Progresiva Km 39+150 - km 39+250

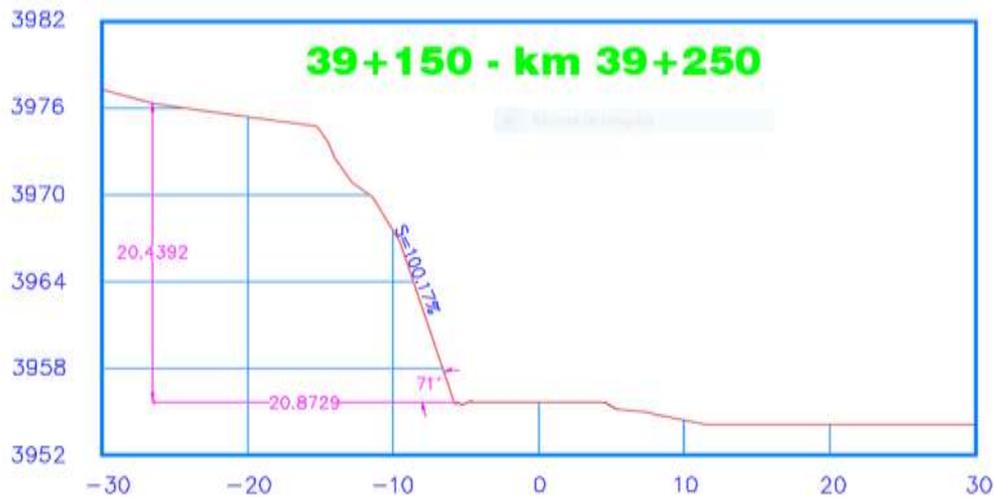


Fig. 3.4. Características geométricas del talud 03.

Tabla.3.11 Características del talud N° 3.

DATOS DEL TERCER TALUD	
Pendiente (%)	100.17
Altura (m)	20.4392
Angulo (°)	71

Fuente: Elaboración propia.

Datos obtenidos de la sección transversal Progresiva Km 39+150 - km 39+250.

Tabla 3.12. determinación de terreno a través de los resultados de las pendientes

Descripción	pendientes	transversal		
		Km 33+605 - km 33+776	Km 38+300 - km 38+400	Km 39+150 - km 39+250
Terreno plano	$S \leq 10$			
Terreno ondulado	$11 \leq S \leq 10$			
Terreno accidentado	$51 \leq S \leq 100$	94.06	70.94	
Terreno escarpado	$S \geq 100$			100.71

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los resultados en la tabla 3.12. se muestra 2 pendientes en rangos de 51% a 100% lo cual el tipo de terreno presente accidentado, Y el talud mas critico se tiene en la progresiva Km 39+150 - km 39+250 el cual supera el 100% presentando un terreno escarpado.

3.6.3. Identificación de los tipos de falla Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

La verificación en campo nos permite medir rajaduras en la corona del talud, identificar superficies de fractura y clasificar el tipo de falla por lo cual se realiza en trabajo de campo y gabinete.

Progresivo km 33+605 a km 33+776.



Figura 3.5. Talud en el tramo km 33+605 a km 33+776.

El Talud de la progresiva km 33+605 a km 33+776. Hay una grieta de 0,25 m a 0.75 m de profundidad en la corona del talud como se observa la falla tiene la forma de un cucharan sobre sobre la superficie (y así identificando la falla circular).

Progresiva 38+300 a 38+400



Figura 3. 6. Talud en el terreno 38+300 a 38+400

El Talud del progresivo km 38+300 a km 38+400. Hay grietas de 0,50 m a 0.65 m de profundidad en la corona del talud como se observa la imagen, tiene la forma de un cucharan sobre sobre la superficie (y así identificando la falla circular).

Progresiva 39+150 a 39+250



Figura.3.7 Talud en el terreno 39+150 a 39+250

El Talud de la progresiva km 39+150 a km 39+250. Hay una grieta de 0,80 m a 1.00 m de profundidad en la corona del talud como se observa la falla tiene la forma de un cucharán sobre la superficie (y así identificando la falla circular).

Resultados de tipo de falla.

Tabla 3.13 de tipo de falla

Progresivas	Tipos de falla
Km 33+605 - km 33+776	circular
Km 38+300 - km 38+400	Circular
Km 39+150 - km 39+250	Circular

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Cálculo del factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite.

Los cálculos de factor de seguridad en diferentes condiciones estático, pseudoestático, aguas subterráneas y en condiciones con carga de nieve se analizan aplicando métodos de cálculo: Janbu, Bishop simplificado, Morgenstern-Price utilizando el programa GEO5, dos escenarios, normal y temporada de lluvias.

Condición Estático

Escenario normal (condición estática)

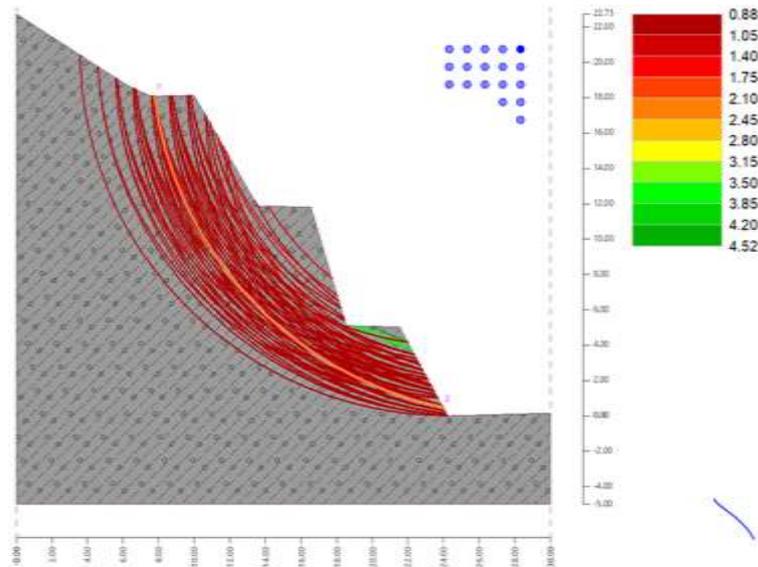


Figura 3.8 Modelo estático km 33+605 a km 33+776.

Fuente: Elaboración propio

Esta figura se observa un modelo estático en un escenario normal de 33+605 km a 33+776 km. A continuación, se muestra el F.S. calculado en condiciones estáticas en un escenario normal.

Tabla 3.14 F.S. escenario normal- condición estática.

Tramos		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.84	0.83	0.86
38+300	38+400	0.88	0.85	0.89
39+150	39+250	0.58	0.58	0.60

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla 3.14 se observa los resultados de factores de seguridad calculados por tres métodos en las condiciones estáticas normales y en los tres taludes. Así mismo se tiene el talud más crítico ubicado en la progresiva km 39+150 a 39+250 F.S 0.58.

Condición estática en escenario de lluvia.

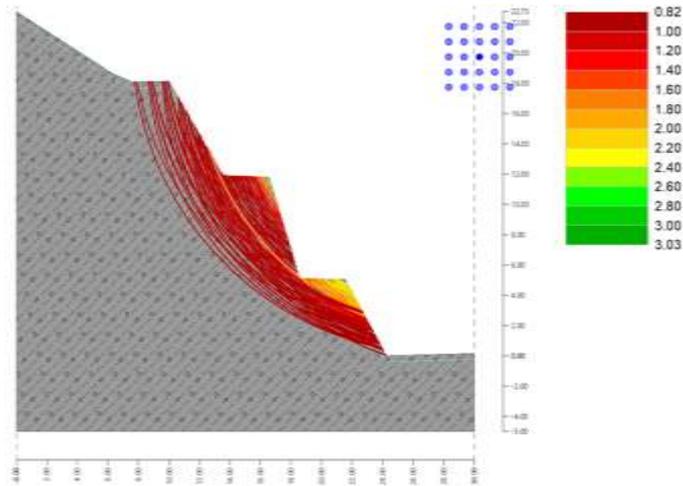


Figura. 3.9 modelo estático - lluvia km 33+605 al km 33+776

Fuente: elaboración propia

Esta figura se observa un modelo estático en un escenario con altas precipitación, así mismo el talud está ubicado en km 33+605 km a 33+776 . A continuación, se muestra el F.S. calculado en condiciones estáticas en un escenario lluvia.

Tabla 3.15 Factor de seguridad en condición estática en temporada de lluvia

Tramos		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.84	0.83	0.82
38+300	38+400	0.85	0.84	0.85
39+150	39+250	0.58	0.58	0.58

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.15 se observa el resumen de los factores de seguridad calculado con los tres métodos y en los tres taludes. Y así teniendo el talud más crítico es el tercer talud ya que su F.S es 0.58.

Condición pseudo – estático

Escenario normal (pseudo – estático)

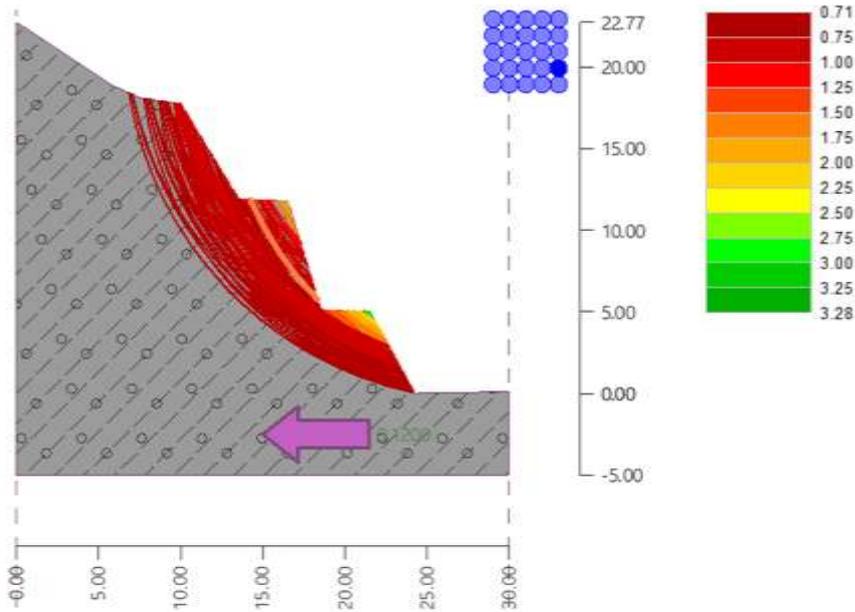


Fig. 3.10 pseudoestático km 33+605 al km 33+776

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente figura 3.10 se muestra un escenario típico para un modelo pseudoestático de 33+605 km a 33+776 km. La flecha indica el efecto de la fuerza horizontal kv. 0,12 La siguiente tabla muestra los cálculos factores de seguridad en condiciones pseudoestáticas en circunstancias normales.

Tabla3.16. F. S en condición pseudo-estático en escenario normal.

Tramos		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.69	0.69	0.72
38+300	38+400	0.73	0.73	0.99
39+150	39+250	0.56	0.50	0.66

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.16 se observa los factores de seguridad en los tres progresivas y calculo con los tres métodos todo en condiciones pseudo - estático en escenario normal: y así teniendo el talud más crítico km 39+150 al km 39+250 Janbu: F.S 0.56 Bishop Simplificado F.S 0.50 y Morgenstern e Price F.S 0.66.

Condición pseudo - estático en escenario de lluvia

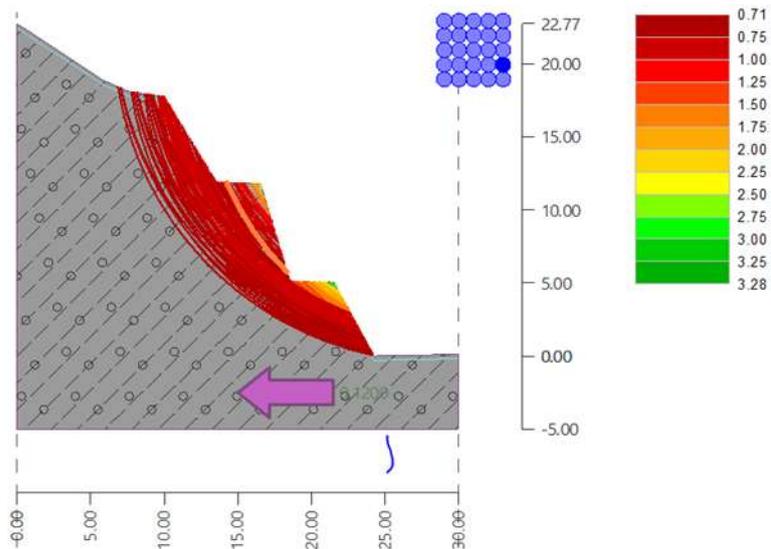


Figura 3.11 pseudo-estático - lluvia km 33+605 al km 33+776

Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura 3.11 muestra un modelo pseudoestático en un escenario con precipitaciones de 33.605 km a 33.776 km en presencia de grietas de tracción y fuerzas laterales kv. De acuerdo con el cálculo del factor de seguridad.

Tabla 3.17 F.S. pseudo estático en escenario con precipitaciones.

Tramos		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.69	0.70	0.70
38+300	38+400	0.74	0.72	0.94
39+150	39+250	0.54	0.49	0.58

Fuente: Elaboración propia.

Resumen de factores de seguridad en condiciones pseudoestáticas en escenarios de lluvia km 33+605 al km 33+776: Janbu, F.S 0.69, Bishop Simplificado F. S=0.70, Morgenstern- Price F. S=0.70.

Condición con flujo de aguas subterránea



Figura.3.12 flujos de agua sub terranea.

Salida de agua a 1/8 de la altura del talud

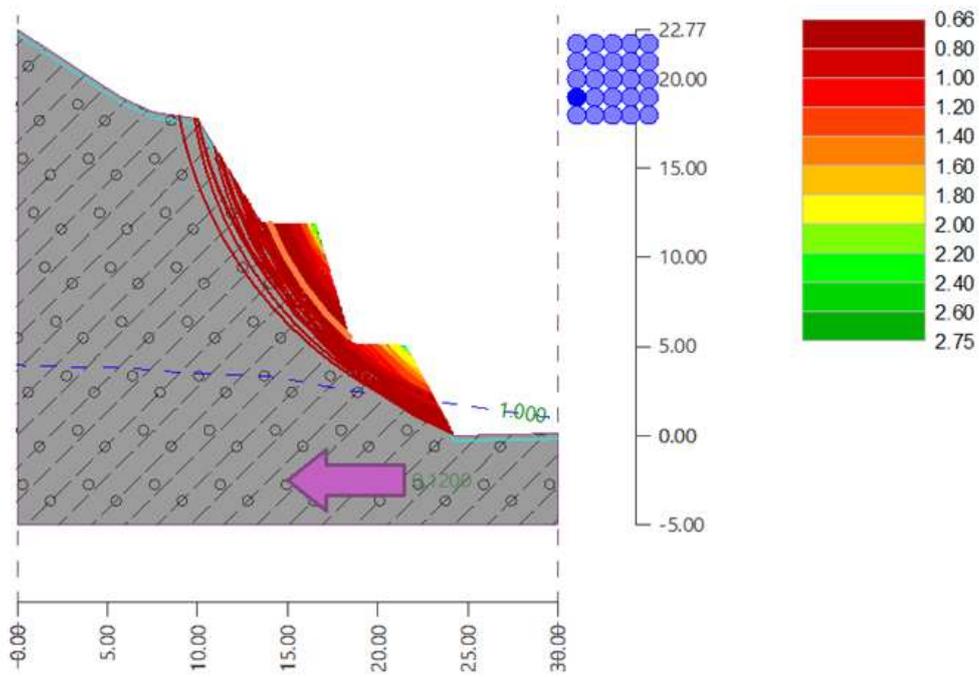


Figura 3.13 Modelo con flujo de agua 1/8 de la altura del Talud.

Tabla. 3.18 Modelo con flujo de agua 1/8 de la altura del Talud

Condiciones con flujo de agua a 1/8 de la altura del Talud		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.74	0.67	0.71
38+300	38+400	0.70	0.70	0.68
39+150	39+250	0.48	0.51	0.52

Fuente: elaboración Propio.

Salida de agua a 1/4 de la altura del talud

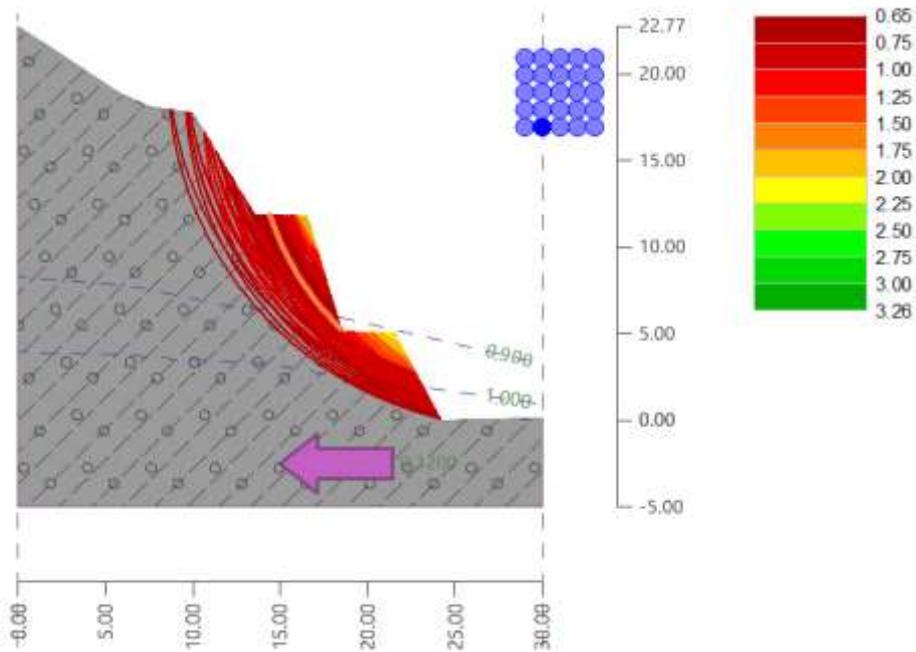


Figura 3.14 Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.

Tabla 3.19 Figura Modelo con flujo de agua 1/4 de la altura del Talud.

Condiciones con flujo de agua a 1/4 de la altura del Talud		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.71	0.57	0.67
38+300	38+400	0.69	0.71	0.69
39+150	39+250	0.47	0.42	0.42

Fuente. Elaboración propia.

Salida de agua a 1/2 de la altura de talud

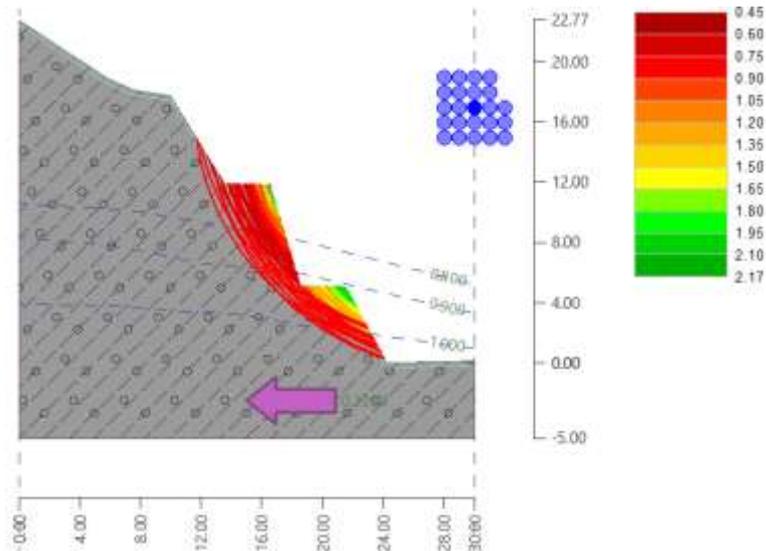


Figura 3.15. Modelo con flujo de agua 1/2 de la altura del Talud.

Tabla 3.20. Modelo con flujo de agua 1/2 de la altura del Talud.

		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
Condiciones con flujo de agua a 1/2 de la altura del Talud				
33+605	33+776	0.75	0.67	0.69
38+300	38+400	0.67	0.65	0.70
39+150	39+250	0.45	0.46	0.49

Fuente: elaboración propia.

Condición con carga de nieve.

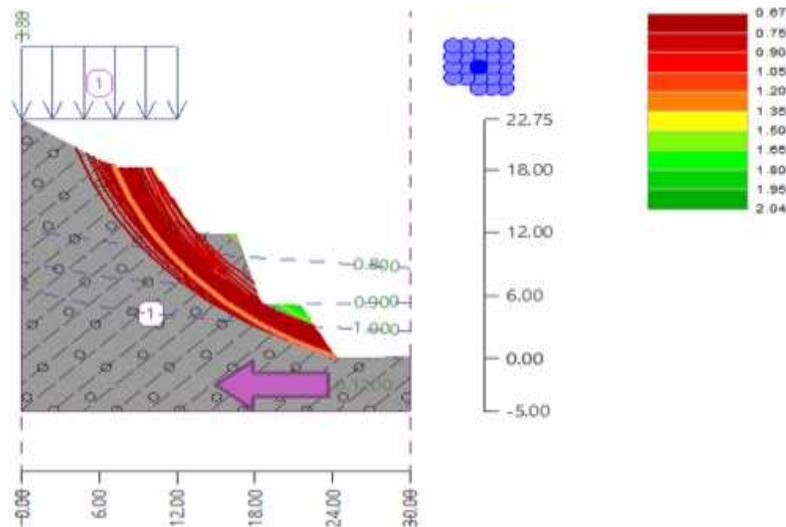


Figura 3.16 Modelo con carga de nieve en la parte superior de talud.

Tabla 3.21 Nivel de estabilidad en condición estática km 39+150 A km 39+250.

Condiciones con carga de	Factor de seguridad
--------------------------	---------------------

nieve de 3.8KN/m2		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.70	0.69	0.68
38+300	38+400	0.68	0.67	0.63
39+150	39+250	0.45	0.48	0.42

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Determinación de la estabilidad de talud de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Para determinar la estabilidad se compara el factor de seguridad obtenido con los coeficientes dados, en condiciones estáticas para la estabilidad, este factor debe ser mayor a 1.50 y las pseudoestáticas mayores a 1.00.

Condición estática

Tramo km 39+150 al km 39+250.

Tabla 3.22 Condición estáticas km 39+150 A km 39+250.

Métodos empleados	Scenario normal	Scenario de lluvia	F.S	Nivel de estabilidad
Janbu	0.58	0.57	< 1. 50	inestables
Bishop Simplificado	0.58	0.57	< 1. 50	inestables
Morgenstern e Price	0.60	0.58	< 1. 50	inestables

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla resumen, los valores del factor de seguridad en condiciones estáticas, normales y lluviosas: km 39.150 a km 39.250, no cumplen con el FS requerido.

Condición pseudo - estático

Tabla 3.23 Nivel de estabilidad en condición pseudo - estático km 39+150 al km 39+250.

Método empleados	Scenario normal	Scenario de lluvia	F. S	Niveles de estabilidad
Janbu	0 . 56	0 . 54	< 1 . 00	inestable
Bishop Simplificado	0 . 50	0 . 49	< 1 . 00	inestable
Morgenstern e Price	0. 66	0 . 58	< 1 . 00	inestable

Fuente: elaboración propia.

Teniendo la tabla 3.23 se puede observar los valores de los factores de seguridad en condición pseudo estáticas con escenarios normales y escenarios de lluvias: km 39+150 al km 39+150, siendo el talud más crítico, lo cual no cumple con el FS requerido siendo el más propenso a fallar.

Condición con flujo de aguas subterránea

Tramo km 39+150 al km 39+250.

Tabla 3.24 Nivel de estabilidad en condición con flujo de aguas subterránea km 39+150 al km 39+250.

Método	1/8 de altura de talud	1/4 de altura de talud	1/2 de altura de talud	F.S	Nivel de estabilidad
Janbu	0.63	0.63	0.65	<1.00	inestable
Bishop Simplificado	0.50	0.47	0.48	<1.00	inestable
Morgenstern e Price	0.59	0.59	0.57	<1.00	inestable

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecian los valores de factores de seguridad en la condición pseudo estática escenario lluvia y con flujos de aguas subterráneas a diferentes alturas presentando el más crítico: km 39+150 al km 39+250, no cumple con el FS requerido siendo el más crítico.

Condiciones con carga de nieve

Tabla 3.25 Nivel de estabilidad en condición con carga de Nieve.

Condiciones con carga de nieve de 3.8KN/m ²	Factor de seguridad			
	Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price	
33+605	33+776	0.77	0.59	0.67
38+300	38+400	0.70	0.68	0.69
39+150	39+250	0.45	0.48	0.42

Fuente: elaboración propia.

Como se aprecian los valores de factores de seguridad en la condición pseudo estática escenario lluvia y con flujos de aguas subterráneas a diferentes alturas y con carga de nieve, presentando el talud más crítico: km 39+150 al km 39+250, no cumple con el FS requerido siendo el más crítico.

3.7. Aspectos éticos

Esta presente investigación se basará en la oportunidad de ver todos los resultados, la fiabilidad de los datos obtenidos, aplicando criterios de originalidad, objetividad y confiabilidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

Ubicación mapa política

El presente trabajo de investigación realizado en la carretera Checca Mazocruz del distrito Conduriri, provincia El Collao, departamento Puno a una altitud 3950 m.s.n.m en las coordenadas 429533.67 m E, 8184100.39 m S.



Figura 4.1. mapa político de Perú.



Figura 4.2. mapa político del departamento de Puno.



Figura 4.3. Ubicación de tramos en estudio.

Características de la zona de estudio

El departamento de Puno está ubicado en la sierra altiplánica sureste del país, en la meseta del Collao a: 13°10'66"00" y 17°17'40" de latitud sur y los 71°08'57" y 68°49'46" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita por el Sur, con el departamento Tacna. Por el Este, con el Estado de Bolivia y por el oeste, con los departamentos de Cusco, departamento de Arequipa y departamento Moquegua. Así teniendo un clima muy frío y con altas precipitaciones fluviales.

4.2. Resultados de la investigación

4.2.1. Resultados de la Estimación la geometría del Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Se realizó los trabajos de levantamiento topográfico para cuantificar la geometría de los taludes de corte en sus tres progresivas.

TABLA 4.1.- Resumen de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico.

TRAMO	Altura (m)	Angulo de talud (°)	Pendiente (%)	Tipo de terreno
33+605 a 33+776	22.78	62	94.06	Terreno accidentado
38+300 a 38+400	13.38	69	70.94	Y escarpado
39+150 a 39+250	20.43	71	100.17	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La tabla 4.1. se presentó los resultados de estimación de la geometría del taludes en las siguientes progresivas km 33+605 a km 33+776 y 38+300 a 38+400 que presentan un terreno accidentado mientras que la progresiva km 38+300 a km 38+400 presenta un terreno escarpado ya que su pendiente supera el 100%.

4.2.2. resultados de la Identificación los tipos de falla Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Se tiene los datos de taludes para identificar los tipos de falla.

Tabla 4.2. Tipo de falla en los taludes

progresiva	Profundidad (m)	Superficie de falla	Tipo de falla
33+605 a 33+776	0.55	circular	Rotacional
38+300 a 38+400	0.60	circular	Rotacional
39+150 a 39+250	0.72	circular	Rotacional

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La tabla 4.2. se observa los resultados que se obtuvo del campo y los datos fueron inducidos al software en gabinete, obteniendo como resultado los tipos de falla circular rotacional en los 3 taludes y en el talud de progresiva km 39+150 a km 39+250 que tiene una profundidad de 0.72 m siendo así el talud más crítico.

4.2.3. Resultados de la Cuantificación El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Condición Estático

Teniendo los resultados de F.S en condiciones estáticas en las tres progresivas, con los tres métodos y en sus dos condiciones.

Tabla 4.3. Factor de seguridad en condición estática

Progresivas	Factor de Seguridad					
	Janbu		Bishop Simplificado		Morgenstern e Price	
	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia
33+605 a 33+776	0.84	0.84	0.83	0.83	0.86	0.82
38+300 a 38+400	0.88	0.85	0.85	0.84	0.89	0.85
39+150 a 39+250	0.58	0.58	0.58	0.58	0.60	0.58

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.3, son los factores de seguridad que se llevó a partir de los tres métodos en escenarios normales y con precipitaciones altas donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.86 mientras que el menor factor de seguridad 0.83 es demostrado por el método Bishop Smplificado, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.89 mientras que el menor factor de seguridad 0.84 es demostrado por el método Bishop Smplificado y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.60 mientras que el menor factor de seguridad 0.58 es demostrado por el método Bishop Smplificado y Janbu, por lo tanto, los F.S son menores a 1.5 lo cual no cumple con la norma CE.020.

Los métodos que mayor F.S brindo en la zona de estudio es Morgenstern e Price y los mas desfavorables F.S es Bishop Simplificado y Janbu.

Condición Condición pseudo – estático

Teniendo los resultados de F.S en condiciones pseudo estáticas en las tres progresivas, con los tres métodos y en sus dos condiciones.

Tabla 4.4. Factor de seguridad en condición pseudo – estático

Progresivas	Factor de Seguridad					
	Janbu		Bishop Simplificado		Morgenstern e Price	
	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia	Escenario normal	Escenario lluvia
33+605 a 33+776	0.69	0.69	0.69	0.70	0.72	0.70
38+300 a 38+400	0.73	0.74	0.73	0.72	0.99	0.94
39+150 a 39+250	0.56	0.54	0.50	0.49	0.66	0.58

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.4, son los factores de seguridad que se llevó a partir de los tres métodos en escenarios normales y con precipitaciones altas donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.72 mientras que el menor factor de seguridad 0.69 es demostrado por el método Bishop Smplicado y Janbu, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.89 mientras que el menor factor de seguridad 0.72 es demostrado por el método Bishop Smplicado y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Morgenstern e Price 0.66 mientras que el menor factor de seguridad 0.49 es demostrado por el método Bishop Smplicado y Janbu, por lo tanto, los F.S son menores a 1.00 lo cual no cumple con la norma CE.020.

Los métodos con mayor factor de seguridad en el área de estudio fueron Morgenstern y Price y con menor factor de seguridad fueron los métodos Simplified Bishop y Janbu.

Condición con flujo de aguas subterránea.

Teniendo los resultados de F.S en condiciones con flujos de aguas subterráneas en las tres progresivas, con los tres métodos y sus calculo a diferentes alturas.

Tabla 4.5. Factor de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.

CONDICIONES DE FLUJOS DE AGUA	Janbu			Bishop Simplificado			Morgenstern e Price		
	H=1/8	H=1/4	H=1/2	H=1/8	H=1/4	H=1/2	H=1/8	H=1/4	H=1/2
33+605 a 33+776	0.74	0.71	0.75	0.67	0.57	0.67	0.71	0.67	0.69
38+300 a 38+400	0.7	0.69	0.67	0.7	0.71	0.65	0.68	0.69	0.7
39+150 a 39+250	0.48	0.47	0.45	0.51	0.42	0.46	0.52	0.42	0.49

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.5, son los factores de seguridad que se llevó a partir de los tres métodos en escenarios normales, con precipitaciones altas y en condiciones con flujo de aguas subterráneas donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Bishop Smplificado 0.74 mientras que el menor factor de seguridad 0.65 es demostrado por el método Morgenstern e Price, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Bishop Smplificado 0.71 mientras que el menor factor de seguridad 0.69 es demostrado por el método Morgenstern e Price y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Bishop Smplificado 0.63 mientras que el menor factor de seguridad 0.49 es demostrado por el método Morgenstern e Price, por lo tanto, los F.S son menores a 1.00 lo cual no cumple con la norma CE.020.

Los métodos con mayor factor de seguridad en el área de estudio fueron Bishop Simplificado y con menor factor de seguridad fueron los métodos Morgenstern e Price y Janbu.

Condición con carga de Nieve.

Resultados de factor de seguridad se aprecia en la tabla.

Tabla 4.6 los Factores de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.

Condiciones con carga de nieve de 3.8KN/m ²		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605 a 33+776	33+776	0.70	0.69	0.68
38+300 a 38+400	38+400	0.68	0.67	0.63
39+150 a 39+250	39+250	0.44	0.45	0.42

Fuente: Elaboración propia

los resultados que nos presenta en la tabla 4.6, son los factores de seguridad que se llevó a partir de los tres métodos en escenarios normales, con precipitaciones altas, condiciones con flujo de aguas subterráneas, cargas de nieve donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.77 mientras que el menor factor de seguridad 0.59 es demostrado por el método Bishop Simplificado, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.70 mientras que el menor factor de seguridad 0.68 es demostrado por el método Bishop Simplificado y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.63 mientras que el menor factor de seguridad 0.48 es demostrado por el método Morgenstern e Price, por lo tanto, los F.S son menores a 1.00 lo cual no cumple con la norma CE.020.

Los métodos con mayor factor de seguridad en el área de estudio fueron Janbu y con menor factor de seguridad fueron los métodos Morgenstern e Price y Bishop Simplificado.

4.2.4. Determinación la estabilidad de talud de cortes analizados mediante métodos de equilibrio limite.

Se determinó el grado de estabilidad en condiciones estáticas, pseudoestáticas, con flujos de aguas subterráneas, en condiciones con carga de nieve en el escenario normal y de precipitación obtenido del cálculo: Janbu, Bishop Simplificado y MorgensternPrice (Larrea, 2019).

4.2.4.1. Condición estática

Se observa el resumen de la determinación del nivel de estabilidad en la tabla.

Tabla 4.7. Nivel de estabilidad en condición estática

PROGRESIVA	FACTORES DE SEGURIDAD			NIVEL DE ESTABILIDAD
	Escenario Normal	Escenario Lluvia	C.E.020 - EST	
33+605 a 33+776	0.84	0.82	1.50	Inestable
38+300 a 38+400	0.89	0.82	1.50	Inestable
39+150 a 39+250	0.58	0.58	1.50	Inestable

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.7, son los factores de seguridad que es en condiciones estáticas a partir de los tres métodos en escenarios normales, con precipitaciones altas, donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.84 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.82, por lo tanto, los F.S son menores a 1.50 lo cual no cumple con la norma CE.020, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.89 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.82, por lo tanto, los F.S son menores a 1.50 lo cual no cumple con la norma CE.020 y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.58 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.58, por lo tanto, los F.S son menores a 1.50 lo cual no cumple con la norma CE.020

4.2.4.2. Condición Pseudo Estático.

Se observa en el resumen la determinación del nivel de estabilidad.

Tabla 4.8 de estabilidad en condición estática

PROGRESIVA	FACTORES DE SEGURIDAD			NIVEL DE ESTABILIDAD
	Escenario Normal	Escenario Lluvia	C.E.020 - EST	
33+605 a 33+776	0.72	0.69	1.00	Inestable
38+300 a 38+400	0.86	0.72	1.00	Inestable
39+150 a 39+250	0.66	0.49	1.00	Inestable

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.8, son los factores de seguridad en condiciones pseudo estático que se llevó a partir de los dos escenarios normales, con precipitaciones altas, donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.72 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.69, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.86 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.72, y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue en condiciones normales 0.66 mientras en condiciones con altas precipitaciones 0.49.

por lo tanto, los factores de seguridad son menores a 1.00 lo cual no cumple con la norma CE.020

4.2.4.3. Condición con flujo de aguas subterránea.

Tabla 4.9 nivel de estabilidad en condiciones con flujo de agua

Progresivas	Factor de Seguridad		
	Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
	Con flujo de agua 1/8 de la altura del talud	Con flujo de agua 1/4 de la altura del talud	Con flujo de agua 1/2 de la altura del talud
33+605 a 33+776	0.64	0.63	0.61
38+300 a 38+400	0.64	0.64	0.61
39+150 a 39+250	0.63	0.48	0.55

Fuente: elaboración propia.

Interpretación

los resultados que nos presenta en la tabla 4.9, son los factores de seguridad en condiciones con flujo de aguas subterráneas que se presentó a diferentes alturas 1/8, 1/4 y 1/2 del talud y con precipitaciones altas, donde el progresivo km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue a 1/8 de altura de talud 0.64, 1/4 de talud 0.63 y 1/2 de talud 0.61. seguidamente se tiene progresivo km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue a 1/8 de altura de talud 0.64, 1/4 de talud 0.64 y 1/2 de talud 0.61 y finalmente se tiene el progresivo km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue a 1/8 de altura de talud 0.63, 1/4 de talud 0.48 y 1/2 de talud 0.55. Lo cual no cumple con la norma CE.020 su F.S > 1.00.

teniendo como la progresiva más crítica km 39+150 a km 39+250.

4.2.4.4. Condición con carga de Nieve.

Resultados de factor de seguridad se aprecia en la tabla.

Tabla 4.10 Factor de seguridad en condición con flujo de aguas subterránea.

Condiciones con carga de nieve de 3.8KN/m ²		Factor de seguridad		
		Janbu	Bishop Simplificado	Morgenstern e Price
33+605	33+776	0.68	0.65	0.60
38+300	38+400	0.69	0.67	0.66
39+150	39+250	0.45	0.48	0.42

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Los resultados que nos presenta en la tabla 4.10, son los factores de seguridad en condiciones con carga de nieve de 3.8 KN/m², y se observa en la progresiva km 33+605 a 33+776 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.68 mientras que el menor factor de seguridad 0.60 es demostrado por el método Morgenstern e Price, seguidamente en la progresiva km 38+300 a 38+400 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.69 mientras que el menor factor de seguridad 0.66 es demostrado por el método Morgenstern e Price y finalmente se tiene la progresiva km 39+150 a km 39+250, el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.61 mientras que el menor factor de seguridad 0.46 es demostrado por el método Morgenstern e Price. Lo cual no cumple con la norma CE.020 su $F.S > 1.00$. teniendo como la progresiva más crítica km 39+150 a km 39+250.

4.3. Contraste de hipótesis

Prueba de Normalidad

Planteamiento de hipótesis de normalidad.

H₀: La muestra tiene distribución de probabilidad normal.

H_a: La muestra tiene distribución de probabilidad no normal.

Valor de significancia $\alpha = 0.05$ (95%, $Z = \pm 1.96$)

Decisión: $p < \alpha$: se rechaza H₀

$p > \alpha$: se acepta H_0

Cálculo de la significancia: $p = \text{Sig.}$

Tabla 4.11. Prueba de normalidad

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MÉTODOS	DE	,21	3	,060.	,21	3	,081
EQUILIBRIO LIMITE							
ESTABILIDAD	DE	,23	3	,040	,23	3	,051
TALUDES DE CORTE							

a. Corrección de significación de Lilliefors
Salida de software SPSS v. 26.0.

b. Elaborado por: El autor

Fuente: elaboración propia.

Interpretación: Con la finalidad de comprobar la hipótesis de normalidad se utilizó el estadístico de Shapiro-Wilk, esto a razón que la muestra utilizada es menor a 50 datos, se calcula que tiene un 95% de confianza y una significancia $p=0,81$, siendo esta mayor a $\alpha= 0,05$. De manera que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, vale indicar la distribución es normal y por ello se tratara bajo las pruebas paramétricas con el análisis de T-student para muestras independientes.

Hipótesis específica 1

H1: La geometría de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite es adecuado para la carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

H0: La geometría de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite no es adecuado para la carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Tabla 4.12. Prueba de normalidad de t- student

Prueba de muestras independientes										
Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias								
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Amplias	Se asumen varianzas iguales	5,759	,425	,7	99	,445	-,071	,119	-,328	,145
	No se asumen varianzas iguales			,7	97	,434	-,071	,116	-,322	,139

Fuente: elaboración de propia

Decisión Estadística:

Si $P\text{-valor} = 0.425 > \alpha = 0.05$

Interpretación: Se puede observar respecto a la hipótesis específica¹ de acuerdo a los resultados obtenidos de la dimensión geometría del talud y la variable métodos de equilibrio limite de la carretera Checca Masacruz El Collao, los resultados emitidos por el paquete estadístico respecto a las variables se puede evidenciar del SPSS V26.0 mediante la metodología estadística de T-student que las muestras independientes entre la dimensión y la variable 0.425 por lo que podemos afirmar el p-valor $0.425 > 0.05$ concluimos que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión: Podemos afirmar que la geometría de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite no es adecuado para la carretera de Checca Mazacruz El Collao, Puno 2022.

Hipótesis específica 2

H1: El tipo de falla de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite es rotacional, carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

H0 El tipo de falla de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite no es rotacional, carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Tabla 4.13. Prueba de normalidad de t- student

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Am en az as	Se asumen varianzas iguales	,252	,028	1,70	146	,028	,187	,110	-,030	,405
	No se asumen varianzas iguales			1,71	82,5	,028	,187	,109	-,030	,404

Fuente: elaboración propia.

Decisión Estadística:

Si P-valor = 0.028 < α = 0.05

Interpretación: Se puede observar respecto a la hipótesis específica2 de acuerdo a los resultados obtenidos de la dimensión tipo de falla de taludes y la variable métodos de equilibrio límite de la carretera Checca Masocruz El Collao, los resultados emitidos por el paquete estadístico respecto a las variables se puede evidenciar del SPSS V26.0 mediante la metodología estadística de T-student que las muestras independientes entre la dimensión y la variable 0.028 por lo que podemos afirmar el p-valor 0.028<0.05 concluimos que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: Podemos afirmar que el tipo de falla de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite es rotacional, carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Hipótesis específica 3

H1: El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

H0: El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite no son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno.

Tabla 4.14. Prueba de normalidad de t- student

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif. de md.	Dif. error	95% de intervalo	
									Infe.	Sup.
Am en aza s	Se asumen varianzas iguales	,436	,512	1, 28	57	,020	,244	,190	-,137	,625
	No se asumen varianzas iguales			1, 63	21, 3	,011	,244	,149	-,066	,555

Fuente elaboración propio.

Decisión Estadística:

Si P-valor = 0.512 < α = 0.05

Interpretación: Se puede observar respecto a la hipótesis específica 3 de acuerdo a los resultados obtenidos de la dimensión factor de seguridad y la variable métodos de equilibrio límite de la carretera Checca Masocruz El Collao, los resultados emitidos por el paquete estadístico respecto a las variables se puede evidenciar del SPSS V26.0 mediante la metodología estadística de T-student que las muestras independientes entre la dimensión y la variable 0.512 por lo que podemos afirmar el p-valor 0.512 < 0.05 concluimos que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión: Podemos afirmar que el factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite no son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022

Hipótesis general

H1: Los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

H0: Los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite no son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

Tabla 4.15. Prueba de normalidad de t- student

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene de igualdad de varianzas			prueba t para la igualdad de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error está ndar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior	
Residenciadora	Se asumen varianzas iguales	,002	,961	,091	99	,092	,05	,110	-,208	,228
	No se asumen varianzas iguales			,092	92	,149	,092	,05	,109	-,207

Fuente: elaboración propia.

Decisión Estadística:

Si P-valor = 0.92 > α = 0.05

Interpretación: Se puede observar respecto a la hipótesis general de acuerdo a los resultados obtenidos de la Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Limite, carretera Checca Masocruz El Collao, los resultados emitidos por el paquete estadístico respecto a las variables se puede evidenciar del SPSS V26.0 mediante la metodología estadística de T-student que las muestras independientes entre ambas variables es 0.92 por lo que podemos

afirmar el p-valor $0.92 > 0.05$ concluimos que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Conclusión: Podemos afirmar que los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite no son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

V. DISCUSIÓN

La discusión de los resultados con los antecedentes se está realizando en orden de los objetivos empezando con lo específicos y terminando el objetivo general.

Discusión 1:

Se estimó la geometría de los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite. Teniendo los resultados obtenidos de estimación de la geometría del talud en la primera progresiva km 33+605 a 33+776 presenta altura de 22.78, Angulo de talud 62° pendiente 94.06% clasificado a un tipo de terreno accidentado, la segunda progresiva 38+300 a 38+400 776 presenta altura de 13.38, Angulo de talud 69° pendiente 70.94% clasificado a un tipo de terreno accidentado y la tercera progresiva 39+150 a 39+250 presenta altura de 20.43m, Angulo de talud 71° pendiente 100.17% clasificado a un tipo de terreno, así mismo cabe mencionar que el tercer talud es el más crítico así como la pendiente del talud (grado de inclinación), altura y longitud en altura promedio: 22.43m, Angulo de talud 71° y pendiente 100.17.

Respecto al antecedente nacional a (MEDINA NUÑES, 2020) teniendo los siguientes resultados teniendo un Angulo de inclinación 61° , altura 63.84, pendiente 93.36% presentando un terreno accidentado para un tipo de suelo A-1 a(0)

(CCANAHUANA Y SANCHES, 2019) teniendo como resultado Angulo de inclinación 75.28° , altura 11.00 m a 35.20 m, pendiente 65% presentando un terreno accidentado para un tipo de suelo según sucs CL.

(REVELO, 2008) en zonas tropicales se tiene alturas de 14.00 m. hasta 29.00 m. con ángulo de inclinación de 50° , igualmente, (LEON CASTRO, y otros, 2016) citado como antecedente internacional determinando resultados de altitud hasta 30m. Además, también mencionó que, a mayor altitud, mayor es el ángulo de la pendiente, mientras que mayor es mayor velocidad de la masa terrestre a la superficie de la carretera.

En este sentido, mediante el análisis de estos resultados, se puede observar que la altura y el ángulo del talud son características necesarias para determinar la estabilidad del talud.

Según (MTC) del manual de carreteras para cortes mayores a 10m en rocas fijadas se debe considerar un talud 1:8 y roca fracturada 1:2. Como se puede apreciar, los valores fijados para el Objetivo Específico 1 se adecuaron al contexto, y así se logró el objetivo.

Discusión 2:

Los obtenidos de la identificación del tipo de falla se tiene el primer talud progresivo km 33+605 hasta 33+776 teniendo una profundidad de grietas: 0.55m, superficie de falla: circular y tipo de falla: rotacional, el segundo talud km 38+300 a km 38+400 776 teniendo una profundidad de grietas: 0.60m, superficie de falla: circular y tipo de falla: rotacional y tercer talud km 39+150 hasta km 39+250 teniendo una profundidad de grietas: 0.72m, superficie de falla: circular y tipo de falla: rotacional. Asimismo, cabe mencionar más crítico en el progresivo km 39+150 a km 39+250 tiene un escarpe altura 0.72 m la superficie de falla es circular y su tipo de falla rotacional con un tipo de suelo A-4-(6) A-4-(0) A-1-(1).(cambiar el tipo de clasificación.

Según, (MEDINA NUÑES, 2020) teniendo como antecedente nacional identificó la grieta y rajaduras en la corona de talud y con altura 0.60 m en tipos de suelos A-1 a(0)., determinando la falla planar circular y identificando un tipo de falla rotacional. Asimismo, (CCANAHUANA Y SANCHES, 2019) teniendo como antecedente nacional para la falla rotacional en presencia de grietas mayores a 1 m en alturas de 20m para tipos de suelos CL . Además, (REVELO , 2008) mencionaron que la falla rotacional ocurre con mayor frecuencia en taludes artificiales con alturas mayores a 20m y en tipos de suelos ML. En este sentido, de acuerdo con lo anterior, se afirma que la falla de rotación es común en los taludes artificiales mayores a 10m. (LEON CASTRO, y otros, 2016) Teniendo resultado en taludes de 30 m de altura de corte Además, presentan grietas de 0.8 m en la corona de talud identificando el tipo de falla rotacional

Como se puede observar, las fallas definidas para el objetivo específico 2 se asemejan al antecedente, por lo cual se logra el objetivo específico 2.

Discusión 3:

Los resultados obtenidos de la Cuantificación de los factores de seguridad que se llevó a partir de los tres métodos en escenarios normales, con precipitaciones

altas, condiciones con flujo de aguas subterráneas, cargas de nieve donde la progresiva km 33+605 a km 33+776, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.77 mientras que el menor factor de seguridad 0.59 es demostrado por el método Bishop Simplificado, seguidamente la progresiva km 38+300 a km 38+400, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.70 mientras que el menor factor de seguridad 0.68 es demostrado por el método Bishop Simplificado y finalmente la progresiva km 39+150 a km 39+250, se observa el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.63 mientras que el menor factor de seguridad 0.48 es demostrado por el método Morgenstern e Price, por lo tanto, los F.S son menores a 1.00 lo cual no cumple con la norma CE.020.

Los métodos con mayor factor de seguridad en el área de estudio fueron Janbu y con menor factor de seguridad fueron los métodos Morgenstern e Price y Bishop Simplificado.

Según (MEDINA NUÑES, 2020) teniendo como antecedente nacional km 27+560 al km 27+680 analizado por los siguientes métodos; F.S condición estática = 0.97, F.S Bishop simplificado= 0.78, F.S Spencer =0.79 y F.S Morgenstern-Price= 0.79. conclusión: Los tramos más críticos desde el km 27+560 hasta el km 27+680 fueron menores a 1,50 m en estado estático FS=0,97, también menores a 1,00 m en estado pseudoestático FS=0,78 (CCANAHUANA Y SANCHES, 2019) teniendo como precedente nacional tiene las siguientes consecuencias con eventos sísmicas: Bishop Simplificado F.S=0.79, Spencer F.S=0.79, Morgenstern-Price F.S=0.78 y situaciones sísmicas saturadas: Bishop Simplificado F.S=0.720, Spencer F.S=0.72, Morgenstern-Price F.S=0.72. Además, (ALVA HURTADO, 2007) citado como antecedente internacional teniendo como resultados F.S con método Bishop simplificado = 0.475, F.S Spencer = 0.474 y F.S Morgenstern-price es más confiable el cual se puede aplicar en diferentes tipos de superficies dañadas, así mismo que el método simplificado se limita a superficies circulares, MorgensternPrice = 0.225 finalmente teniendo una cita internacional (SUÑIGA, 2015) se tiene resultados de factor de seguridad teniendo resultados en condiciones estáticas Bishop Simplificado F.S=0.975, Morgenstern -price F.S= 0.982 y en condiciones saturadas con Spencer F.S = 0.895 interés flexible en

cálculo y aplicación para tipos de superficie y el factor de seguridad los resultados obtenidos no son demasiado lejos entre los tres métodos aplicados. En este sentido, al analizar los resultados del factor de seguridad en condiciones estáticas y del escenario pseudoestático de lluvia normal, se muestra la similitud en los tres métodos aplicados y los resultados de los factores de seguridad. Todo lo anterior también muestra diferencias muy pequeñas.

Como se puede apreciar, los factores de seguridad, logrando el objetivo 3 son específicos al contexto, por lo que se ha logrado la meta.

Discusión 4:

Para determinar la estabilidad de talud de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite se tiene los resultados de los factores de seguridad en condiciones estáticas, pseudo estática, flujos de aguas subterráneas y carga de nieve de 3.8 KN/m², y se observa en la progresiva km 33+605 a 33+776 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.70 mientras que el menor factor de seguridad 0.68 es demostrado por el método Morgenstern e Price, seguidamente en la progresiva km 38+300 a 38+400 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.68 mientras que el menor factor de seguridad 0.63 es demostrado por el método Morgenstern e Price y finalmente se tiene la progresiva km 39+150 a km 39+250, el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.45 mientras que el menor factor de seguridad 0.42 es demostrado por el método Morgenstern e Price Lo cual no cumple con la norma CE.020 su F.S > 1.00.

teniendo como la progresiva más crítico km 39+150 a km 39+250.

Teniendo a (MEDINA NUÑES, 2020) como antecedente nacional analizado en condiciones tanto estáticas como pseudoestáticas por los métodos Bishop, Spencer, MorgensternPrice determinando sus valores mínimos como F.S = 1,057 más 1.30 en condiciones estáticas y F S = 0.898 el cual no cumple con los parámetros que requiere el F.S a 1.00 en condiciones pseudoestáticas, determinando que la pendiente es inestable. Además, Severino (2015) Catalogo las amenazas en taludes que ayudan a prevenir y reducir los peligros y donde un factor de seguridad mayor a 1.00 en caso de sismos y en caso de estática mayor a 1.30 es estable. Asimismo, CE.020 Estabilización de suelos y taludes (2012)

establecer que la pendiente de seguridad permite considerarse estable en una situación.

estática debe ser mayor a 1.50, en caso de sismo (pseudo-estático) mayor a 1.25, basado en la teoría del equilibrio límite en situación pseudo-estática, lo considera estable mayor a 1.00. En este sentido, arriba y el factor de seguridad se traduce en situaciones estáticas, pseudoestáticas, en condiciones con flujos de aguas subterráneas y con cargas de nieve. y a medida que aumenta la altura del talud tiende a ser más inestable a medida que baja el valor del factor de seguridad. Como se puede apreciar los resultados de factores de seguridad para el objetivo general, son consistentes con los antecedentes, y es alcanzado el objetivo 1.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones se están realizando en orden de los objetivos empezando con lo específicos y concluye el objetivo general.

Conclusiones 1:

La estimación de la geometría del talud en las siguientes progresivas km 33+605 a km 33+776 y 38+300 a 38+400 que presentan un terreno accidentado mientras que el progresivo km 39+150 a km 39+250 presenta un terreno escarpado ya que su pendiente supera el 100%. Concluyendo que los taludes mayores a 10m de altura y pendientes mayores a 60% en tipos de suelos A-4-(6) y A-4(0) son inestables.

Conclusiones 2:

los datos fueron inducidos al software GEO5 en gabinete, obteniendo como resultado los tipos de falla circular rotacional en los 3 taludes y en el talud de progresiva km 39+150 a km 39+250 con tipo de suelo A-4-(0) que tiene grietas una profundidad de 0.72 m siendo así el talud más crítico. Concluyendo que se debe tener en cuenta los factores climatológicos que influyen mucho, en los tipos de falla del talud.

Conclusiones 3:

Los factores de seguridad en condiciones estáticas, pseudo estáticas, condiciones con flujos de aguas subterráneas y condiciones con carga de nieve de 3.8 KN/m², y se observa en la progresiva km 33+605 a 33+776 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.68 mientras que el menor factor de seguridad 0.60 es demostrado por el método Morgenstern e Price, seguidamente en la progresiva km 38+300 a 38+400 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.69 mientras que el menor factor de seguridad 0.66 es demostrado por el método Morgenstern e Price y finalmente se tiene la progresiva km 39+150 a km 39+250, el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.61 mientras que el menor factor de seguridad 0.46 es demostrado por el método Morgenstern e Price Lo cual no cumple con la norma CE.020 su $F.S > 1.00$. teniendo como la progresiva más crítico km 39+150 a km 39+250 El factor de seguridad, condición estática $FS=0.58$ y condición pseudo - estático Bishop Simplificado $FS=.58$, Spencer $FS=0.58$, Morgenstern-Price $FS=0.58$; presenta similitudes en los tres métodos aplicados. Concluyendo que los resultados son desfavorables debido a la geometría del talud, tipo de suelo y los agentes externos que afectan al talud.

Conclusiones 4:

Teniendo determinados los factores de seguridad en condiciones estáticas, pseudo estáticas, aguas subterráneas y con carga de nieve de 3.8 KN/m², y se observa en la progresiva km 33+605 a 33+776 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.68 mientras que el menor factor de seguridad 0.60 es demostrado por el método Morgenstern e Price, seguidamente en la progresiva km 38+300 a 38+400 el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.69 mientras que el menor factor de seguridad 0.66 es demostrado por el método Morgenstern e Price y finalmente se tiene la progresiva km 39+150 a km 39+250, el mayor factor de seguridad que fue determinado por Janbu 0.61 mientras que el menor factor de seguridad 0.46 es demostrado por el método Morgenstern e Price Lo cual no cumple con la norma CE.020 su F.S > 1.00. en conclusión, teniendo como la progresiva más crítico km 39+150 a km 39+250. Afectado por la presencia de lluvias y nevadas generando la inestabilidad de taludes.

VII. RECOMENDACIONES

Las presentes recomendaciones que se dan a continuación esta en orden de los objetivos específicos y objetivos generales.

Recomendación 1:

Para la carretera Checa Mazo cruz que presentan en su talud el tipo de suelo AASTHO A-4-(6), se recomienda, que se debe considerad un nuevo diseño de geometría de talud H 2: V:1 con banquetas de 2,50 m. a una altura de 5,00 m. con una pendiente vertical del H:1.5 y V:1, y para el talud de tipo de suelos A-4-(0) se debe realizar banquetas de talud con banquetas H 2: V:1 que deben superar los 26° y alturas hasta 10 metros; y para 39+150 a 39+250 se recomienda realizar H2:V1 banquetas, ya que los taludes inestables tienen pendientes altas, y generan inestabilidad de taludes.

Recomendación 2:

Para los taludes con falla rotacional en suelos de tipo A-4-(6), A-4-(0) y A-1-(1) se recomienda monitorear el desplazamiento teniendo en cuenta las grietas, la profundidad y el ancho del daño durante la época de lluvias; en los meses de diciembre, enero febrero y marzo. Así mismo se recomienda para ese tipo de suelos realizar zanjas de coronación para evitar erosiones, así mismo se recomienda hacer dren francés para las aguas subterráneas.

Recomendación 3:

Se recomienda para cuantificar el factor de seguridad en taludes que se encuentran a partir de 3,200. m.s.n.m. se debe considerar las condiciones pseudo estatica, condiciones de flujos de aguas subterráneas y condiciones con carga de nieve para cuantificar el verdadero factor de seguridad. Así mismo se recomienda alcanzar un factor de seguridad mayor o igual 1.5, y para mejorar el factor de seguridad de debe diseñar obras de drenaje fluvial que permita bajar las aguas subterráneas que generan esfuerzos en taludes.

Recomendación 4:

Se recomienda para determinar un buen factor de seguridad, se debe tener en cuenta la geometría del talud, el tipo de suelo, identificar el tipo de falla y tener en cuenta los factores externos que afectan al talud.

Se recomienda para los suelos A-6-(6) A-4-(0) Y A-1-(1) con altura mayores a 10 m y con pendientes mayor al 60% diseñar banquetas a 5.00m de altura con una

inclinación de 2H:1V teniendo la banquetta de 3% de pendiente para el flujo de aguas. Así mismo realizar zanjas de coronación y sub drenes franceses

REFERENCIAS

- ALVA HURTADO, Jorge. 2007.** *ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DE TALUDES DE LA COSTA VERDE.* lima : s.n., 2007. 1.
- ALVARADO, Alan y CORNEJO, Alfonso. 2014.** *Estabilización Del Talud De La Costa Verde –Callao tramo Av., Santa Rosa –JR. Virú.(1.3.km).* Universidad de San Martin De Porres, Lima : 2014.
- BERNAL TORRES, Augusto. 2010.** *Metodología de investigación .* s.l. : 3Ra Edición , 2010. 978-958-699-128-5.
- Bin Che Mamat, Rufaizal. 2013.** *Engineering Properties of batu pahat soft clay stabilized with.* Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Malaysia : 2013.
- BOBROSKY, PLATEEAUS Y. 2008.** *crietas tambien señalan un deslizamiento de talud.* USA : s.n., 2008.
- CARLOS, SABINO. 1997.** *TIPOS DE INVESTIGACION .* BUENOS AIRES ARGENTINA : s.n., 1997.
- CCANAHUANA Y SANCHES, Luis. 2019.** *“Análisis de estabilidad de talud mediante métodos de equilibrio límite Huancavelica – Lircay entre las progresivas del Km 02+700 al Km 02+800”.* Huancavelica - Liray : tesis , 2019. S.N.
- COLLADO, CARLOS FERNANDEZ. 2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .* MEXICO : 6TA, 2014.
- CRUZ, SANCHEZ GOMES MARIA. 2015.** *METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN PEDAGOGÍA (AVANCE CUANTITATIVO Y MODELOS MIXTOS).* UNIVERSIDAD DE SALAMANCA ESPAÑA : s.n., 2015.
- DEL CID, Et Al. 2011.** *Fundamento y metodología.* Mexico : 4ta , 2011. S.N.
- DUQUE ESCOBAR, G. 2016.** *Geomecánica.* Manizales Colombia, Colombia : 2016.
- factores externos de Inestabilidad de taludes .* **VALIENTE SANZ, Ricardo. 2018.** España : 1, 2018.
- FRATELLI DIAS, M.G. 1993.** *Suelos, fundaciones y Muros.* Venezuela : S.E, 1993.
- Guamán, Israel Isaias. 2016.** *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos metodos quimicos (cal y cloruro de sodio).* Universidad Tecnica de Ambato, Ecuador - Ambato : 2016.

- HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014.** *"Metodología de la Investigación"*. Mexico : 6° Edición, 2014. S.N.
- Larrea, O. Bárbara Romina. 2019.** *Estabilización de suelos arcillosos con cloruro de sodio y cloruro de calcio*,. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador : 2019.
- LEON CASTRO, Armidia y GONZALEZ OLHMEIR, Javier. 2016.** *"Análisis cuantitativo de la estabilidad de taludes"*. . Mexico : Tesis de Investigación , 2016. S.N.
- MEDINA NUÑES, Leoner Eugenia. 2020.** *Estabilización de taludes de gran altura analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Taquebamba - San Mateo, Aymaraes, Apurímac 2020.* Aymaraes, Apurimac : tesis de investigación, 2020. S:N.
- Mendez, Cerna Josh Junior. 2021.** *Estabilización de suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante adicionando cloruro de sodio, tramo Primorpampa – Cascapara, Yungay, Ancash 2021.* Universidad César Vallejo, Huaraz - Peru : 2021.
- Montejo Fonseca, Alfonso y Montejo Piratova, Alejandro. 2018.** *Estabilización de suelos.* Bogota - Colombia : Ediciones de la U, 2018. 978-958-762-878-4.
- MTC. 2013.** *Manual de carretera, suelos, geología, geotécnica y pavimentos.* Lima : MTC, 2013.
- MTC, 2008.** *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima : s.n.
- MTC, 2014.** *Manual de carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y pavimentos.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones - 2014, Lima : s.n.
- MTC, 2016.** *Manual de Ensayo de Materiales.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima : s.n.
- MUÑOS, MORALES. 2007.** *aplicando práctica de talud g-slope en la investigación y análisis de estabilidad estructural de talud .* ecuador : tesis, 2007.
- Njideka, Obianigwe y Ben, Ngene. 2018.** *Soil Stabilization for Road Construction: Comparative Analysis. IOP.* 1, 2018, Vol. 1.
- REVELO , Luis. 2008.** *"Modelo para la estabilización de taludes en las carreteras del subtropical del Norte.* Ecuador : Tesis de Investigación , 2008. S.N.

- RICO RODRIGUEZ, Alfonso y CASTILLO, Hermilio. 1976.** *"Clasificación discrepancia de pendiente natural"*. Mexico : S.N, 1976.
- SABINO, Carlos. 1992.** *"EL PROCESO DE INVESTIGACION"*. Bogota y Buenos Aires : 1, 1992. S.N.
- Sánchez, Crosby y Terrones, Renzo. 2017.** <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0044-0>. *Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral*. [En línea] GEO-Engineering, 01 de 01 de 2017. [Citado el: 12 de Enero de 2022.] <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0044-0>.
- SANHUEZA PLAZA, Carlos. 1968.** *Estabilidad de Suelos Cohesivos*. Chile : Aporte a la estabilidad de Taludes, 1968. S.N.
- Sodium Chloride As An Additive In Lime-Soil Stabilisation*. **Lias, G., Abdelkader, MO. y Hamdani, SK. 1982.** 12, Inglaterra : Whitehall Press Limited, 1982, Vol. 29. ISSN: 0306-6452.
- SUARES DIAZ, Jaime. 2009.** *Análisis Geotécnicos* . Universidad Industrial de Santande : 1ªra, 2009. S.N.
- SUAREZ, L. 2016.** *Análisis de estabilidad de taludes*. Madrid,, España : 2016.
- Suca, N.L. 2014.** *Metodología de la investigación científica y tecnológica en la ingeniería civil*. Sagitario Impresores, Puno - Peru : 2014.
- SUÑIGA, AQUILAR Y. 2015.** *Análisis comparativo de estabilidad de taludes mediante los métodos de equilibrio límite aplicado en taludes o laderas adenañas al cerro de la Popa, casco urbano de Cartajena*. Bolivar Colombia : s.n., 2015.
- VALLEJO, GONZALES DE. 2002.** *INGENIERIA GEOLOGICA* . MADRID : s.n., 2002.
- Velarde del Castillo, Abel. 2015.** *"Aplicación de la metodología de superficie de respuesta en la determinación de la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos estabilizados con cal y cemento*. niversidad Nacional del Altiplano, Puno : 2015.
- Villalaz, Carlos Crespo. 2004.** *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*. MEXICO : EDITORIAL LIMUSA S.A. DE C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES, 2004. 968-18-6489-1.
- WARREN, Forsythe. 1985.** *Física de suelos: Mecánica de suelos*. Costa Rica : Instituto interamericano de cooperación de la agricultura, 1985. SBN: 84-7146-005.

Zurairahetty, Nor, y otros. 2017. Strength improvement of lime treated clay with sodium chloride. *Geotechnical Research*. 1, 2017, Vol. 4.

ANEXOS

Anexo 1

TITULO: Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

AUTOR: TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO/ITEM	ESCALA
V1: MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE	Consiste en El estudio de un cuerpo rígido, constituido por El talud y por una superficie de deslizamiento de cualquier forma: línea recta, arco circular, espiral logarítmica Slope (2015)	Los métodos de equilibrio límite se operacionaliza en función de sus dimensiones que son métodos de cálculo: Janbú, Bishop Simplificado y Morgenstern e Price. y a su vez cada dimensión se divide en tres indicadores cada uno.	D1: Método de Janbú D2: Bishop Simplificado D3: Morgenstern e Price	I1: Cohesión. I2: Ángulo de fricción. I3: Peso específico. I1: Cohesión. I2: Ángulo de fricción. I3: Peso específico. I1: Cohesión. I2: Ángulo de fricción. I3: Peso específico.	Ficha de recolección de información estudio de suelos (exploración, muestreo DPL, calicatas y equipos de laboratorio.	Razón
V2: ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE.	La inestabilidad de taludes, es necesario identificar y caracterizar los distintos tipos de comportamiento, y clasificarlos adecuadamente. Un análisis preciso del tipo de rotura permite optimizar las medidas de contención y estabilización de taludes y laderas, Varnes (1988)	La estabilización de taludes De corte se operacionaliza mediante sus dimensiones que son características del talud: geometría de talud, tipo de falla y factor de seguridad, a la vez cada dimensión se divide en indicadores.	D1: Geometría del Talud. D2: Tipo de Falla. D3: Factor de Seguridad	I1: Altura. I2: Pendiente. I3: Angulo de talud. I1: Falla por Deslizamiento Superficial. I2: Falla Rotación. I3: Falla Traslacional. I1: Estático I2: Pseudo - estático	Levantamiento topográfico (estación total, GPS, otro) Hoja Excel (calculo), AutoCAD softwares, etc.	Razón

Anexo 2

TITULO: Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.

AUTOR: TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA		
problema general	Objetivos Generales	Hipótesis general	V1: METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE	D1: Método de Janbú	I1: Cohesión.	Ficha de recolección de información de estudio de suelos (exploración, muestreo DPL, calicatas y equipos de laboratorio.	Tipo de investigación: Aplicativo		
¿Cuánto es la estabilidad de los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022?	Determinar la estabilidad de talud de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.	Los taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.		D2: Bishop Simplificado	I2: Ángulo de fricción.			I3: Peso específico.	Enfoque de investigación: Cuantitativo
problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	V2: ESTABILIDAD DE TALUDES DE CORTE.	D3: Morgenstern e Price	I1: Cohesión.	Levantamiento topográfico (estación total, GPS, otro) Hoja Excel (calculo), AutoCAD softwares, etc.	El diseño de investigación: No experimental		
¿Cuál es la geometría del Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022?	Estimar la geometría del Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.	La geometría de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite es adecuado para la carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.		D1: geometría del Talud.	I2: Ángulo de fricción.			I3: Peso específico.	El nivel de investigación: Descriptivo - aplicativo
¿Cuál es El tipo de falla Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022?	Identificar los tipos de falla Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.	El tipo de falla de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite es rotacional, carretera de Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.		D2: Tipo de Falla.	I1: Altura.			I2: Pendiente.	Población: 20 Taludes de toda la carretera
¿Cuánto es El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022?	Cuantificar El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.	El factor de seguridad de Taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite son estables, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.	D3: factor de seguridad	I3: Angulo de talud.	I1: falla por deslizamiento superficial.	Muestra: 3 taludes			
					I2: Falla rotación.	Muestreo: No probabilístico			
					I3: Falla traslacional.				
					I1: Estático				
					I2: Pseudo estático				

Anexo3

FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
PROYECTO :	Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.						
AUTOR :	TARQUI QUENAYA, Veto Aderiy						
						EXPERTO	
	INFORMACION GENERAL					B	
	UBICACIÓN						
I.-	DISTRITO :	Conduriri	ALTITUD	3960.595 m.s.n.m			1
	PROVINCIA :	El Collao	LATITUD	16°25' 24.042"			
	REGION :	Puno	LONGITUD	69°39'48.142"			
	JANBU						1
II.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
	BISHOP SIMPLIFICADO						1
III.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
	MORGENSTERN E PRICE						1
IV.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
	GEOMETRIA DE TALUD						1
V.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo de talud	*	
	TIPO DE FALLA						1
VI.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	falla por deslizamiento	Adimensional	Falla Rotacional	Adimensional	falla traslacional	Adimensional	
	FACTOR DE SEGURIDAD						1
VII.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Estatico	Adimensional	Pseudo Estatico	Adimensional			
APELLIDOS Y NOMBRES	KRISTELL Y. TORRES ESCALANTE					7	
PROFESION	Ing. CIVIL - ESP. EN SUELOS Y PAVIMENTOS - GEOTECNIA					7	
REGISTRO CIP N°	186650						
EMAIL	krisstorrese@gmail.com					1.00	
TELEFONO	990074921						



 Kristell Torres Escalante

 CIP: 186650

 RESIDENTE

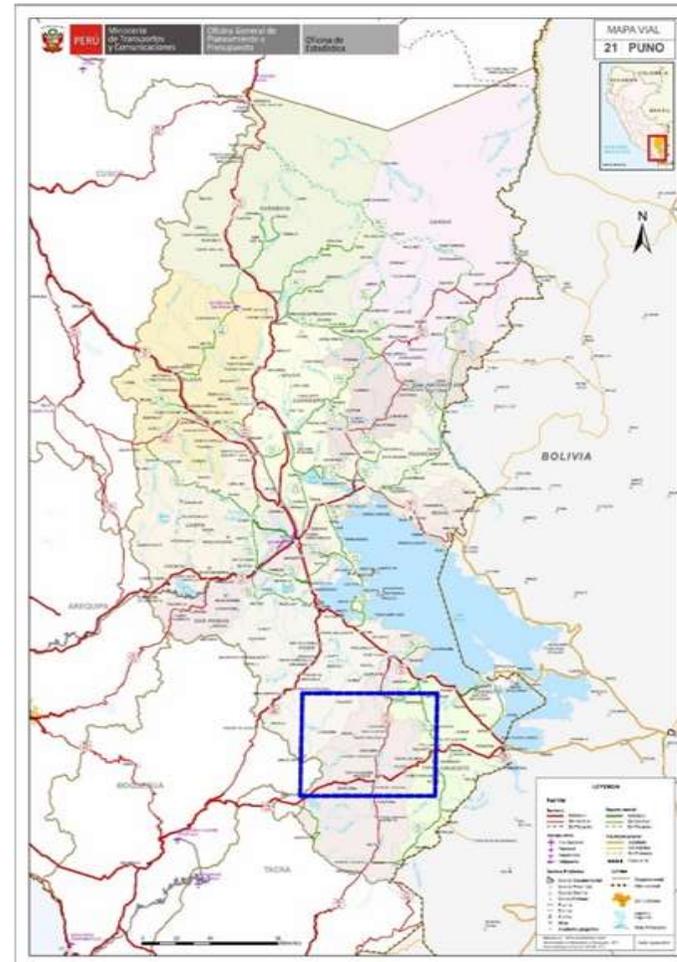
FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS						
PROYECTO :		Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022.				
AUTOR :		TARQUI QUENAYA, Veto Aderly				
						EXPERTO
INFORMACION GENERAL						A
UBICACIÓN						1
I.-	DISTRITO :	Conduriri		ALTITUD	3960.595 m.s.n.m	
	PROVINCIA :	El Collao		LATITUD	16°25' 24.042"	
	REGIÓN :	Puno		LONGITUD	69°39'48.142"	
JANBU						1
II.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3
BISHOP SIMPLIFICADO						1
III.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3
MORGENSTERN E PRICE						1
IV.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3
GEOMETRIA DE TALUD						1
V.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo de talud	*
TIPO DE FALLA						1
VI.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	falla por deslizamiento	Adimensional	Falla Rotacional	Adimensional	falla traslacional	Adimensional
FACTOR DE SEGURIDAD						1
VII.-	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	
	Estatico	Adimensional	Pseudo Estatico	Adimensional		
APELLIDOS Y NOMBRES		Giovanni Torres Enriquez				7
PROFESION		Ing. Civil - Esp. en Obras de Infraestructura Vial				7
REGISTRO CIP N°		60253				1.00
EMAIL		giovapite@hotmail.com				
TELEFONO		951665510				



FICHA DE RECOPIACIÓN DE DATOS							
PROYECTO :	Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio límite, carretera Checca Mazacruz El Collao, Puno 2022.						
AUTOR :	TARQUI QUENAYA, Veto Aderly						
						EXPERTO	
L.-	INFORMACION GENERAL						0.8
	UBICACIÓN						
	DISTRITO :	Conduriri			ALTITUD	3960.595 m.s.n.m	
	PROVINCIA :	El Collao			LATITUD	16°25' 24.042"	
REGION :	Puno			LONGITUD	69°39'48.142"		
II.-	JANBU						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
III.-	BISHOP SIMPLIFICADO						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
IV.-	MORGENSTERN E PRICE						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Cohesion	kg/cm2	Angulo de friccion	*	Peso Especifico	Gr/cm3	
V.-	GEOMETRIA DE TALUD						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Altura	m	Pendiente	%	Angulo de talud	*	
VI.-	TIPO DE FALLA						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	falla por deslizamiento	Adimensional	Falla Rotacional	Adimensional	falla traslacional	Adimensional	
VII.-	FACTOR DE SEGURIDAD						1
	Indicador 1:	Und.	Indicador 2:	Und.	Indicador 3:	Und.	
	Estatico	Adimensional	Pseudo Estatico	Adimensional			
APELLIDOS Y NOMBRES	Henry Fayol Chambilla Risalazo					6.8	
PROFESION	Ingeniero Topografo y Agrimensor					7	
REGISTRO CIP N°	247771					0.97	
EMAIL	h.fayolcr@gmail.com						
TELEFONO	966951256						



Anexo 4



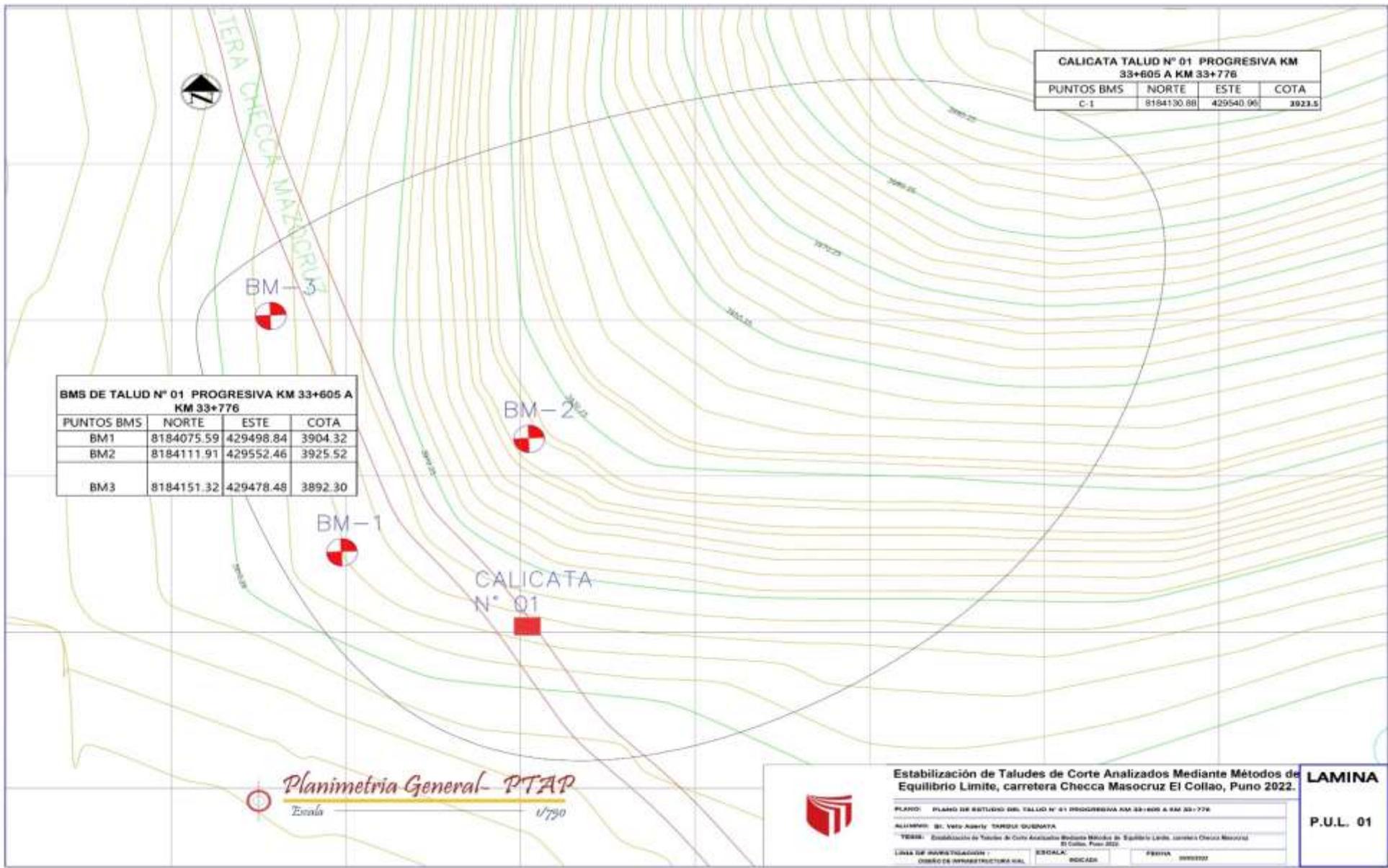
Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checa Masacruz El Collao, Puno 2022.

LAMINA

PLANO:	UBICACION Y LOCALIZACION	
ALUMNO:	Dr. Veto Aderly TARQUI QUENAYA	
TESIS:	Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checa Masacruz El Collao, Puno 2022.	
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	ESCALA:	FECHA:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	INDICADA	2025/2022

P.U.L. 01





CALICATA TALUD N° 01 PROGRESIVA KM 33+605 A KM 33+776			
PUNTOS BMS	NORTE	ESTE	COTA
C-1	8184130.68	429540.96	3923.5

BMS DE TALUD N° 01 PROGRESIVA KM 33+605 A KM 33+776			
PUNTOS BMS	NORTE	ESTE	COTA
BM1	8184075.59	429498.84	3904.32
BM2	8184111.91	429552.46	3925.52
BM3	8184151.32	429478.48	3892.30


Planimetria General - PTAP
 Escala 1/750



Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

PLANO: PLANO DE ESTUDIO DEL TALUD N° 01 PROGRESIVA KM 33+605 A KM 33+776

ALUMNO: DR. VITO ADRIY TARDIL QUENATA

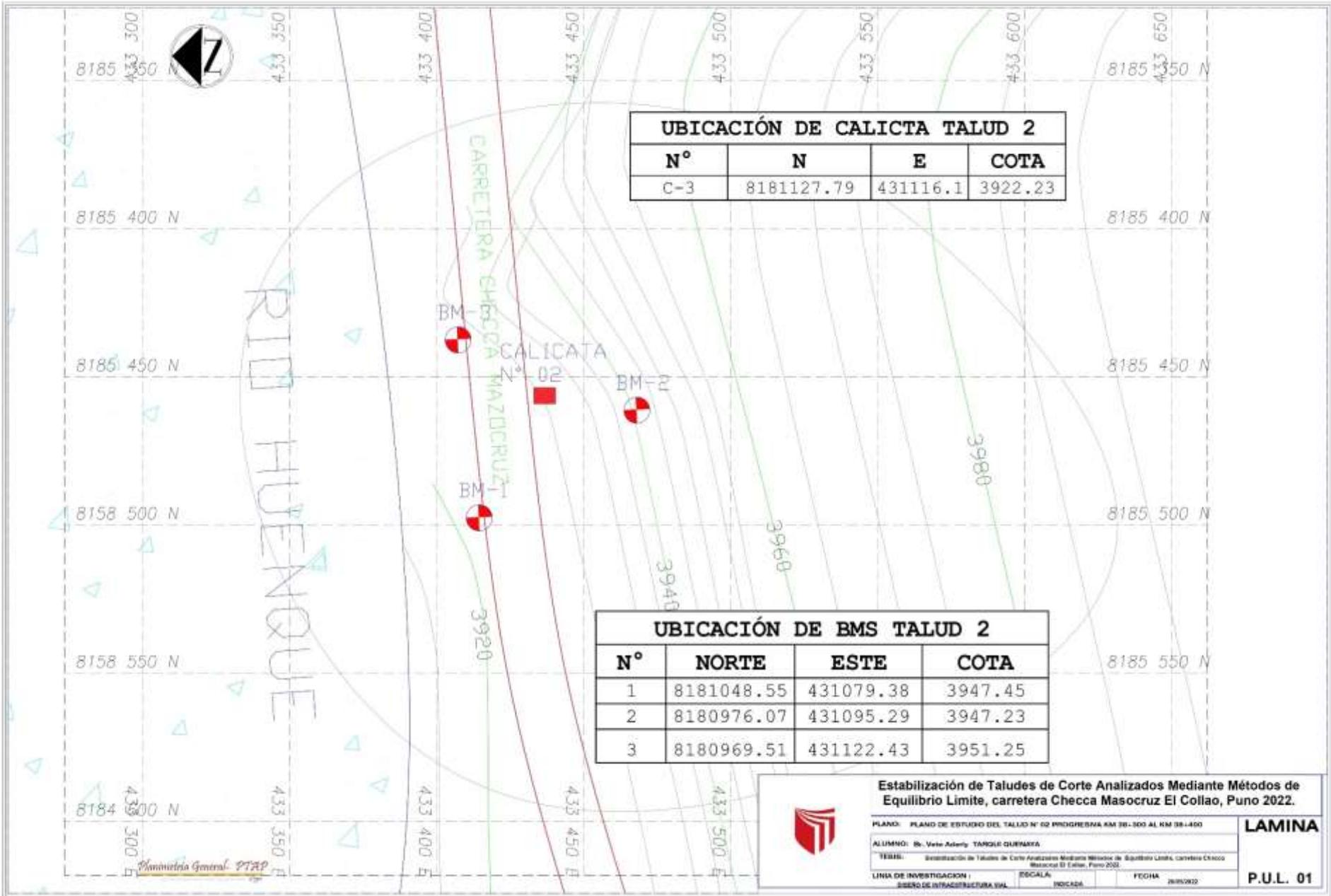
TÍTULO: Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

LINEA DE INVESTIGACIÓN: ESCALA: FECHA:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LAMINA

P.U.L. 01



UBICACIÓN DE CALICTA TALUD 2			
N°	N	E	COTA
C-3	8181127.79	431116.1	3922.23

UBICACIÓN DE BMS TALUD 2			
N°	NORTE	ESTE	COTA
1	8181048.55	431079.38	3947.45
2	8180976.07	431095.29	3947.23
3	8180969.51	431122.43	3951.25



Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

PLANO: PLANO DE ESTUDIO DEL TALUD N° 02 PROGRESIVA KM 38+500 AL KM 38+400

ALUMNO: Sr. Vito Astoriz TANGUE GUERRA

TESIS: Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, Carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

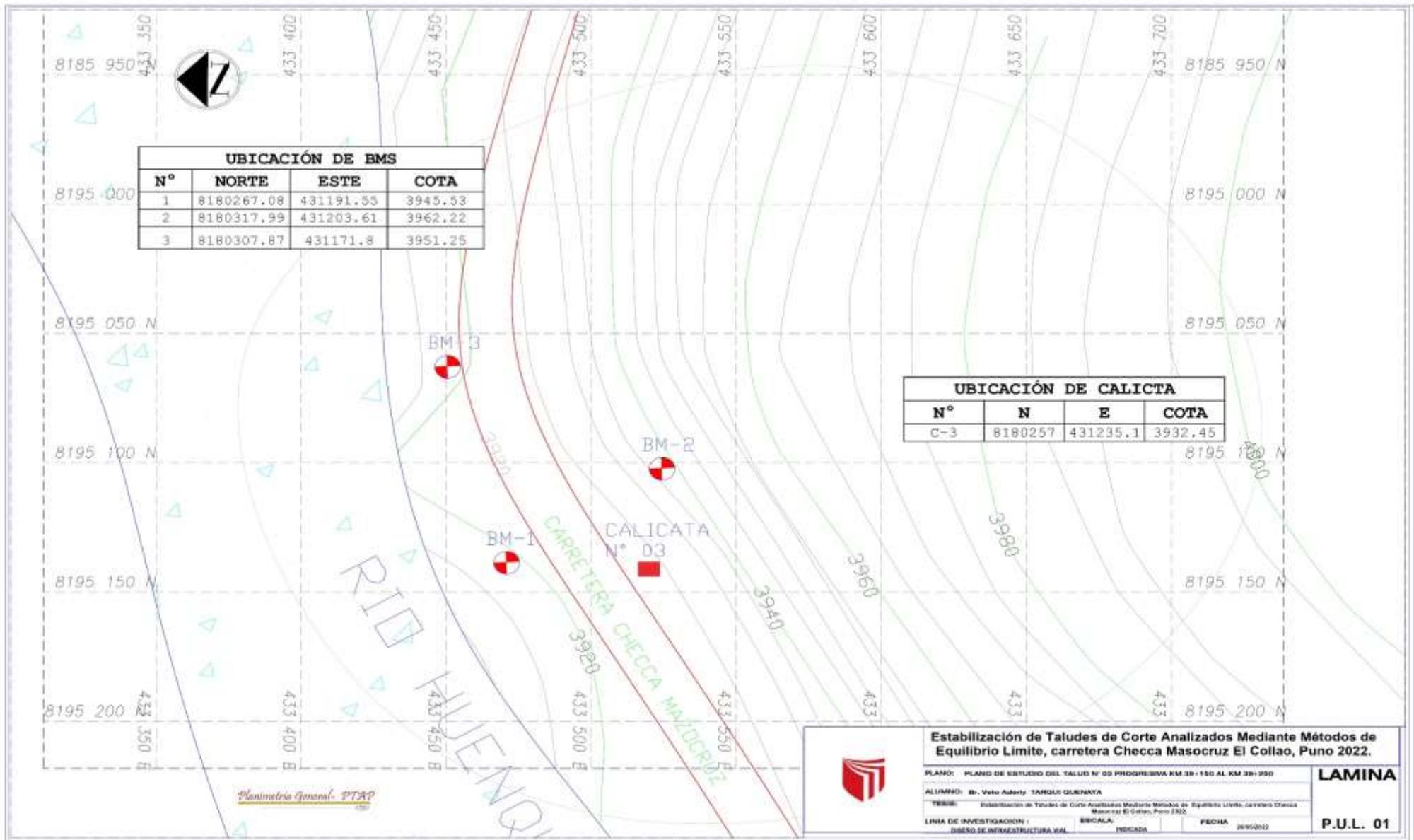
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
SISTEMA DE INFRACRUCEROS SVA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
26/05/2022

LAMINA

P.U.L. 01



UBICACIÓN DE BMS

N°	NORTE	ESTE	COTA
1	8180267.08	431191.55	3945.53
2	8180317.99	431203.61	3962.22
3	8180307.87	431171.8	3951.25

UBICACIÓN DE CALICTA

N°	N	E	COTA
C-3	8180257	431235.1	3932.45

Planimetría General - PTAP



Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

PLANO: PLANO DE ESTUDIO DEL TALUD N° 03 PROGRESIVA KM 38+150 AL KM 39+250
 ALUMNO: Sr. Veto Aduety SANCHEZ GUENAYA
 TESIS: Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, Carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.
 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE RECONSTRUCCIÓN VIAL

LAMINA

ESCALA: INDICADA FECHA: 28/05/2022

P.U.L. 01



Estabilización de Taludes de Corte Analizados Mediante Métodos de Equilibrio Límite, carretera Checca Masacruz El Collao, Puno 2022.

PLANO:	UBICACION Y LOCALIZACION
ALUMNO:	El. Vera Andujar TARQUE GUERRA
FECHA:	ESTABILIZACION DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE METODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA CHECCA MASACRUZ EL COLLAO, PUNO 2022
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA VIAL
ESCUELA:	PROCESADA
FECHA:	IMPRESO

LAMINA

P.S.T 01

Anexo 6



Fig. 01. Obtención de muestra de la calicata 01 progresiva km 33+605 a km 33+776.



Fig. 02. Medición de escarpes progresiva km 39+150 a km 39+250.



Fig. 03. Levantamiento con GPS diferencia Galaxy G1 km 33+605 a km 33+776.



Fig. 04. En la imagen se observa el secado de muestras.



Fig. 05. Tamizado de muestras para limite plástico.



Fig. 06. Realizando Granulometría.



Fig. 07. Preparando muestra para corte directo.



Fig. 08. Ensayos de corte directo de las calicatas.

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

**SOLICITO: Autorización para realizar el
levantamiento topográfico
y excavación de calicatas**

Señor: Teniente Gobernador de la comunidad Yarihuani

Yo, TARQUI QUENAYA, Veto Aderly, bachiller en Ingeniería Civil, identificado con DNI N° 47557753, con domicilio actual Jr. Arequipa n° 231 – llave, El Collao, Puno ante Ud. Con el debido respeto me presento y expongo.

Que, en mi condición de estudiante de la universidad Cesar Vallejo, solicito a usted la autorización para realizar el levantamiento topográfico, y así mismo la excavación de calicatas en la carretera Checca Mazocruz con fines de realizar la tesis que tiene por título "Estabilización de taludes de corte analizados mediante métodos de equilibrio limite, carretera Checca Mazocruz El Collao, Puno 2022".

POR LO TANTO:

Ruego a usted señor teniente gobernador de la comunidad, acceda mi petición, por ser de justicia que anhelo alcanzar.

Atentamente,


TARQUI QUENAYA, Veto Aderly
D.N. 47557753

Recibado
12-02-22

Teniente Gobernador
Comunidad Yarihuani



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESTES	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-01-G&C
		Fecha	: 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in
MUESTRA	: M - 01	NIVEL FREÁTICO	: ~-
PROFUND.	: ~-	COORDENADAS	
		ESTE	: ~-
		NORTE	: ~-
		COTA	: ~-

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[g]	70,72	72,20	78,94
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	400,54	348,87	396,04
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	341,83	296,87	340,33
Masa Agua	[g]	58,71	50,00	55,61
Masa Suelo Seco	[g]	271,11	224,67	261,39
Contenido de Humedad	[g]	21,66	22,25	21,66
PROMEDIO	(%)	21,9		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Tarqui Quenaya

BACH. LIC. MARY CARVEN YANA CONDORI
 SU REPRESENTANTE AL EJERCICIO DE LAS ACTIVIDADES
 Y FUNCIONES DE INGENIERO
 CIP: 173832

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Alex Luis Gomez Calla

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 BACH. EN INVESTIGACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

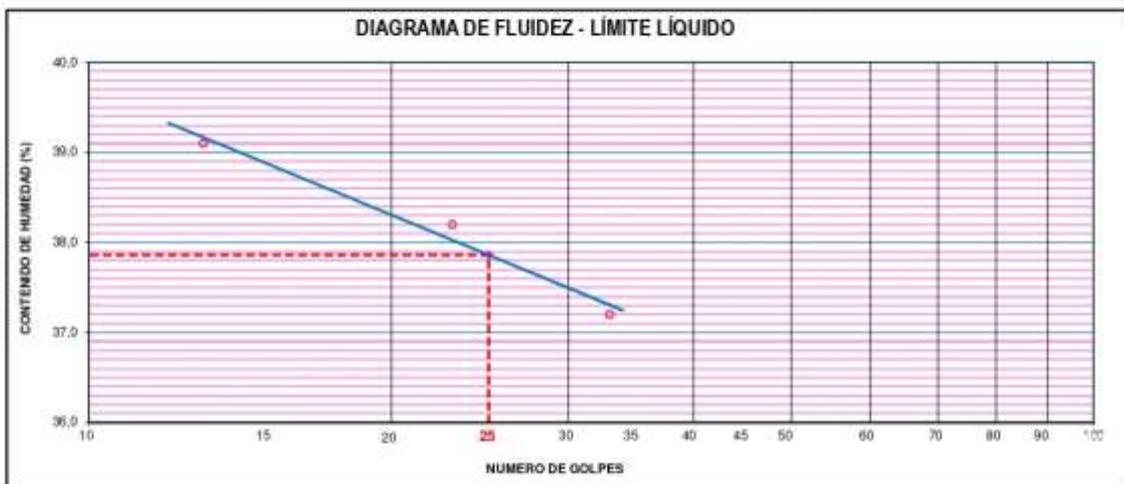
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-01-G&C
		Fecha : 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	COORDENADAS
CALICATA	: C - 01	
MUESTRA	: M - 01	ESTE : -
PROFUND.	: -	NORTE : -
	SOLICITANTE : BACH. TARQUÍ QUENAYA, VETO ADERLY	COTA : -
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in	
	NIVEL FREÁTICO : -	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	45,84	45,92	45,91	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60,58	62,27	63,79	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56,44	57,75	58,94	
MASA DE AGUA	[g]	4,14	4,52	4,85	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10,6	11,83	13,03	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39,10	38,20	37,20	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	23	33	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05		
MASA DE LA TARA	[g]	46,94	47,87		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50,48	50,85		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49,72	50,20		
MASA DE AGUA	[g]	0,76	0,65		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2,78	2,33		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	27,30	27,90		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	38,00
LÍMITE PLÁSTICO	28,00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10,00

[Signature]
Bach. CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI - 4733338

OBSERVACIONES
LAS MEDICIONES DE LOS VALORES DE LL Y PI SE REALIZARON POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

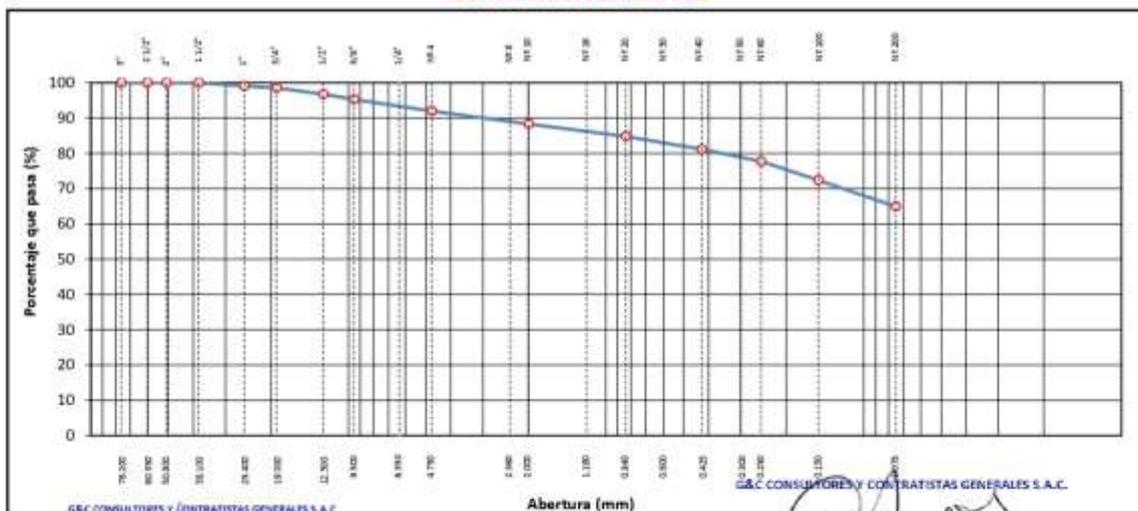
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTES	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-01-G&C
		Fecha : 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY	
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE : -,-
PROFUND.	: -,-		NORTE : -,-
		COTA : -,-	
	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in		
	NIVEL FREÁTICO : -,-		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254,000						Masa inicial seco : 6750,0 gr.
6 in	152,400						Masa Fracción : 412,6 gr.
5 in	127,000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101,600						Contenido de Humedad (%) : 21,9
3 in	76,200						TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in
2 1/2 in	60,350						Límite Líquido (LL): 38,00
2 in	50,800						Límite Plástico (LP): 28,00
1 1/2 in	38,100				100,00		Índice Plástico (IP): 10,00
1 in	25,400	61,56	0,91	0,91	99,09		Clasificación (SUCS) : ML
3/4 in	19,000	35,14	0,52	1,43	98,57		Clasificación (AASHTO) : A-4 (6)
1/2 in	12,500	121,47	1,80	3,23	96,77		Índice de Consistencia : 1,61
3/8 in	9,500	100,01	1,48	4,71	95,29		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6,350						Descripción (AASHTO): REG-MALO
Nº 4	4,750	222,02	3,29	8,00	92,00		Descripción (SUCS): Limo arenoso de baja plasticidad
Nº 8	2,360						Materia Orgánica : -
Nº 10	2,000	247,42	3,67	11,67	88,33		Turba : -
Nº 16	1,190						CU : 0,000 CC : 0,000
Nº 20	0,840	238,24	3,53	15,20	84,80		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0,600						Grava > 2" : 0,00
Nº 40	0,425	249,53	3,70	18,89	81,11		Grava 2" - Nº 4 : 8,00
Nº 50	0,300						Arena Nº4 - Nº 200 : 27,10
Nº 60	0,250	229,66	3,40	22,30	77,70		Finos < Nº 200 : 64,90
Nº 100	0,150	359,09	5,32	27,62	72,38		%3" : 0,0%
Nº 200	0,075	505,38	7,49	35,10	64,90		
< Nº 200	FONDO	4380,47	64,90	100,00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNE - 4703418

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208176



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

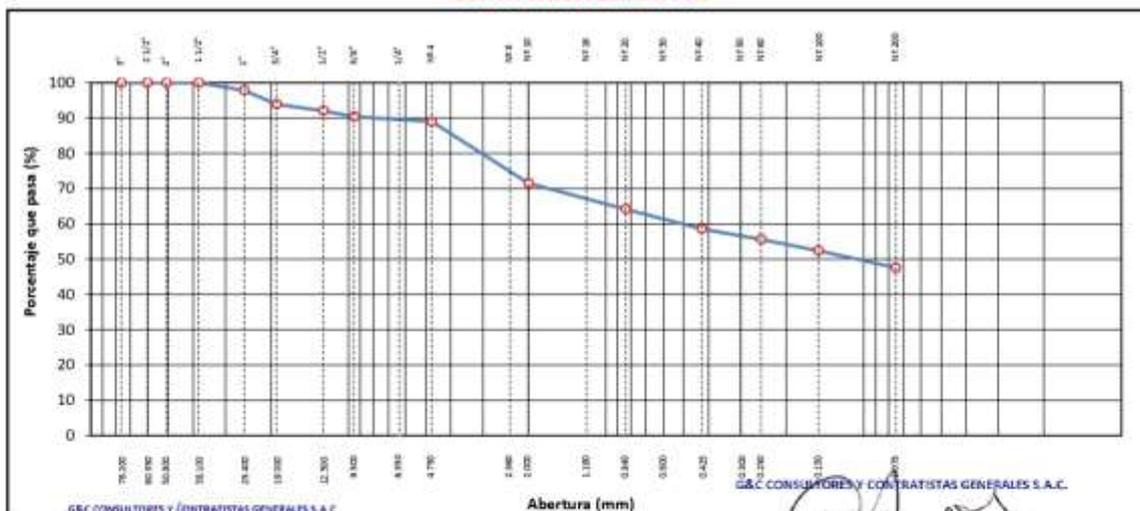
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTES	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-02-G&C
		Fecha : 26 de febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY	
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE : -,-
PROFUND.	: -,-		NORTE : -,-
		TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in	
		NIVEL FREÁTICO : -,-	
		COTA : -,-	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254,000						Masa inicial seco : 6964,0 gr.
6 in	152,400						Masa Fracción : 270,5 gr.
5 in	127,000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101,600						
3 in	76,200						TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in
2 1/2 in	60,350						Límite Líquido (LL): 28,00
2 in	50,800						Límite Plástico (LP): 23,00
1 1/2 in	38,100				100,00		Índice Plástico (IP): 5,00
1 in	25,400	147,66	2,12	2,12	97,88		Clasificación (SUCS): SM
3/4 in	19,000	278,50	4,00	6,12	93,88		Clasificación (AASHTO): A-4 (0)
1/2 in	12,500	125,33	1,80	7,92	92,08		Índice de Consistencia: 0,32
3/8 in	9,500	116,65	1,68	9,59	90,41		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6,350						
Nº 4	4,750	98,49	1,41	11,01	88,99		Descripción (SUCS): Arena limosa
Nº 8	2,360						Materia Orgánica :
Nº 10	2,000	1218,26	17,49	28,50	71,50		
Nº 16	1,190						CU : 0,000 CC : 0,000
Nº 20	0,840	510,72	7,33	35,84	64,16		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0,600						
Nº 40	0,425	388,37	5,58	41,41	58,59		Grava 2" - Nº 4 : 11,01
Nº 50	0,300						Arena Nº4 - Nº 200 : 41,44
Nº 60	0,250	208,50	2,99	44,41	55,59		Finos < Nº 200 : 47,55
Nº 100	0,150	221,56	3,18	47,59	52,41		%3" : 0,0%
Nº 200	0,075	338,42	4,86	52,45	47,55		
< Nº 200	FONDO	3311,54	47,55	100,00			

CURVA GRANULOMÉTRICA





CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

FORMULA GENERAL DE MEYERHOF

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOGRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-01-06C Fecha : 11 de mayo del 2022
--------------	--	--

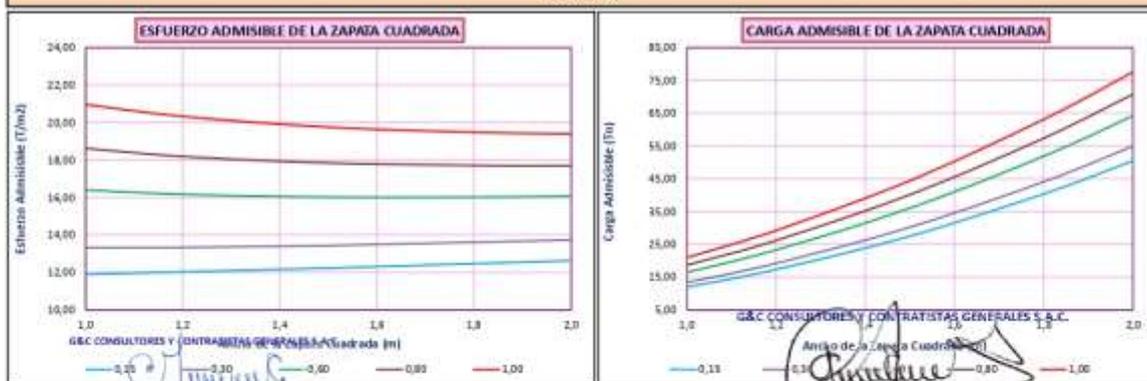
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOGRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY	COORDENADAS
CALICATA	C - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in	ESTE : ---
MUESTRA	M - 01	NIVEL FREÁTICO : ---	NORTE : ---
PROFUND.	---		COTA : ---

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL CÁLCULO		
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA	
CLASIFICACIÓN SUCS	HL	FORMA DE LA ZAPATA	CUADRADA	
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (6)	ÁNGULO DE FRICCIÓN	21,02 °	
DESCRIPCIÓN SUCS	Limos arenosos de baja plasticidad	COHESIÓN	1,25 T/m ²	
		DENSIDAD NATURAL SECA	1,606 T/m ³	

Ángulo de Fricción	Cohesión	Factor de Capacidad de Carga			Factores de Forma			Factores de profundidad			Factores de inclinación			Ancho de Ciment. (B)	Densidad Natural	Profund. de Ciment. (Df)	q _{adm.}	Carga Admisible	q _{adm.}	
		N _c	N _q	N _y	F _{cs}	F _{qs}	F _{ys}	F _{cd}	F _{qd}	F _{yd}	F _{ci}	F _{qi}	F _{yi}							T/m ²
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118
21,02 °	1,25	15,04	7,08	6,21	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,02	131	530	118

Observaciones : SE RECOMIENDA EVALUAR LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE OTROS MÉTODOS DE CÁLCULO DONDE OBTENGAN RESULTADOS MÁS CONSERVADORES.

GRAFICOS



Bach. CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DRE - 473318

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178



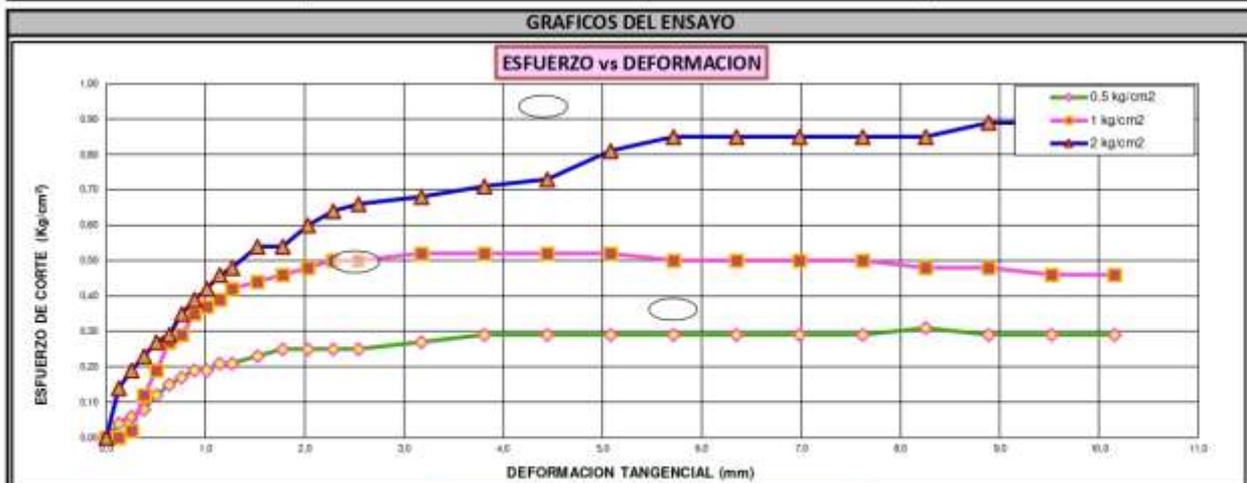
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-01-G&C
		Fecha : 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE	BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	C - 01	TAMANO MÁXIMO	1 1/2 in
MUESTRA	M - 01	NIVEL FREÁTICO	-
PROFUND.	-	COORDENADAS	ESTE : - NORTE : - COTA : -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (6)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas



Observaciones: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. NO SON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]

Bach. CARMEN YANA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4733338

[Signature]

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-01-G&C
		Fecha	: 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO
CALICATA	: C - 01		: ADERLY
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in
PROFUND.	: - - -	NIVEL FREÁTICO	: - - -
		COORDENADAS	
		ESTE	: - - -
		NORTE	: - - -
		COTA	: - - -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (6)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5,09		5,09		5,09	
Area (A)	(cm ²)	25,91		25,91		25,91	
Densidad Seca (γ_d)	(g/cm ³)	1,610		1,600		1,608	
Humedad (w)	%	38,02	26,46	38,37	27,00	38,24	27,17
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)	0,50		1,00		2,00	

ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm2]				ESPECIMEN 02 [1kg/cm2]				ESPECIMEN 03 [2kg/cm2]			
Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
0,13	1,00	1,000	0,04	0,13	0,00	0,000	0,00	0,13	3,50	3,500	0,14
0,25	1,50	1,500	0,06	0,25	0,50	0,500	0,02	0,25	5,00	5,000	0,19
0,38	2,00	2,000	0,08	0,38	3,00	3,000	0,12	0,38	6,00	6,000	0,23
0,51	3,00	3,000	0,12	0,51	5,00	5,000	0,19	0,51	7,00	7,000	0,27
0,64	4,00	4,000	0,15	0,64	7,00	7,000	0,27	0,64	7,50	7,500	0,29
0,76	4,50	4,500	0,17	0,76	7,50	7,500	0,29	0,76	9,00	9,000	0,35
0,89	5,00	5,000	0,19	0,89	9,00	9,000	0,35	0,89	10,00	10,000	0,39
1,02	5,00	5,000	0,19	1,02	9,50	9,500	0,37	1,02	11,00	11,000	0,42
1,14	5,50	5,500	0,21	1,14	10,00	10,000	0,39	1,14	12,00	12,000	0,46
1,27	5,50	5,500	0,21	1,27	11,00	11,000	0,42	1,27	12,50	12,500	0,48
1,52	6,00	6,000	0,23	1,52	11,50	11,500	0,44	1,52	14,00	14,000	0,54
1,78	6,50	6,500	0,25	1,78	12,00	12,000	0,46	1,78	14,00	14,000	0,54
2,03	6,50	6,500	0,25	2,03	12,50	12,500	0,48	2,03	15,50	15,500	0,60
2,29	6,50	6,500	0,25	2,29	13,00	13,000	0,50	2,29	16,50	16,500	0,64
2,54	6,50	6,500	0,25	2,54	13,00	13,000	0,50	2,54	17,00	17,000	0,66
3,18	7,00	7,000	0,27	3,18	13,50	13,500	0,52	3,18	17,50	17,500	0,68
3,81	7,50	7,500	0,29	3,81	13,50	13,500	0,52	3,81	18,50	18,500	0,71
4,45	7,50	7,500	0,29	4,45	13,50	13,500	0,52	4,45	19,00	19,000	0,73
5,08	7,50	7,500	0,29	5,08	13,50	13,500	0,52	5,08	21,00	21,000	0,81
5,72	7,50	7,500	0,29	5,72	13,00	13,000	0,50	5,72	22,00	22,000	0,85
6,35	7,50	7,500	0,29	6,35	13,00	13,000	0,50	6,35	22,00	22,000	0,85
6,99	7,50	7,500	0,29	6,99	13,00	13,000	0,50	6,99	22,00	22,000	0,85
7,62	7,50	7,500	0,29	7,62	13,00	13,000	0,50	7,62	22,00	22,000	0,85
8,26	8,00	8,000	0,31	8,26	12,50	12,500	0,48	8,26	22,00	22,000	0,85
8,89	7,50	7,500	0,29	8,89	12,50	12,500	0,48	8,89	23,00	23,000	0,89
9,53	7,50	7,500	0,29	9,53	12,00	12,000	0,46	9,53	23,00	23,000	0,89
10,16	7,50	7,500	0,29	10,16	12,00	12,000	0,46	10,16	23,00	23,000	0,89

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Bach. LIC. MARY GABRIEL YANA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALIZADO EN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 PUNO - PERÚ
 981 4713030

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP. 209176

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

FORMULA GENERAL DE MEYERHOF

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOGRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	T_UCV_TQVA-02/22-02-060
		Fecha	26 de febrero del 2022

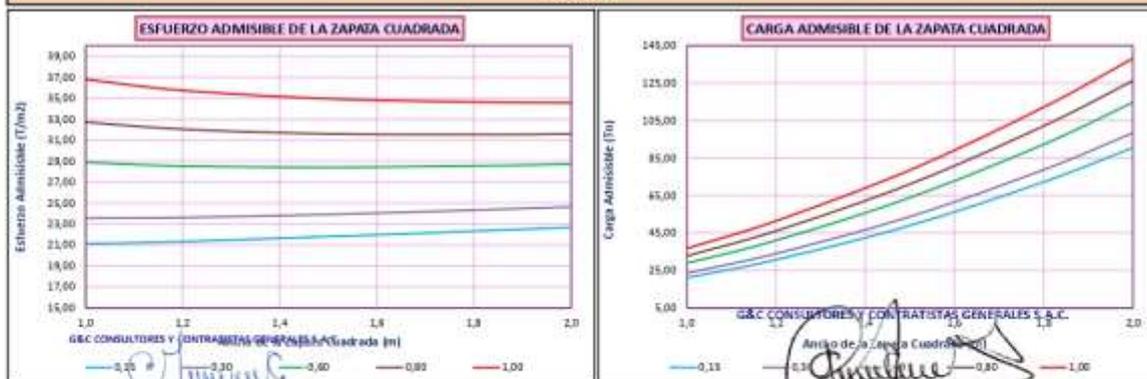
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOGRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE	BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	C - 02	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in NIVEL FREÁTICO : --	
MUESTRA	M - 01		
PROFUND.	2 --		
		COORDENADAS	
		ESTE	1 --
		NORTE	1 --
		COTA	1 --

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL CÁLCULO		
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA CUADRADA	
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	FORMA DE LA ZAPATA	26,57 °	
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (0)	ANGULO DE FRICCIÓN	1,40 T/m2	
DESCRIPCIÓN SUCS	arena limosa	COHESIÓN	1,517 T/m3	
		DENSIDAD NATURAL SECA	1,517 T/m3	

Angulo de Fricción	Cohesión	Factor de Capacidad de Carga			Factores de Forma			Factores de profundidad			Factores de inclinación			Ancho de Ciment.(B)	Densidad Natural	Profund. de Ciment.(Df)	q _{adm.}	Carga Admisible	q _{adm.}	
		N _c	N _q	N _y	F _{cs}	F _{qs}	F _{ys}	F _{cd}	F _{qd}	F _{yd}	F _{ci}	F _{qi}	F _{yi}							T/m ²
26,57 °	1,40	23,20	12,60	13,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,517	0,15	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,80	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,80	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,80	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,80	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,20	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	1,517	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,80	1,00	1,00	11,0	11,0	11	
					1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	11,0	11,0	11	

Observaciones : SE RECOMIENDA EVALUAR LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE OTROS METODOS DE CÁLCULO DONDE OBTENGAN RESULTADOS MAS CONSERVADORES.

GRAFICOS



Bach. CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DIRECCIÓN GENERAL DE VIALIDAD
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

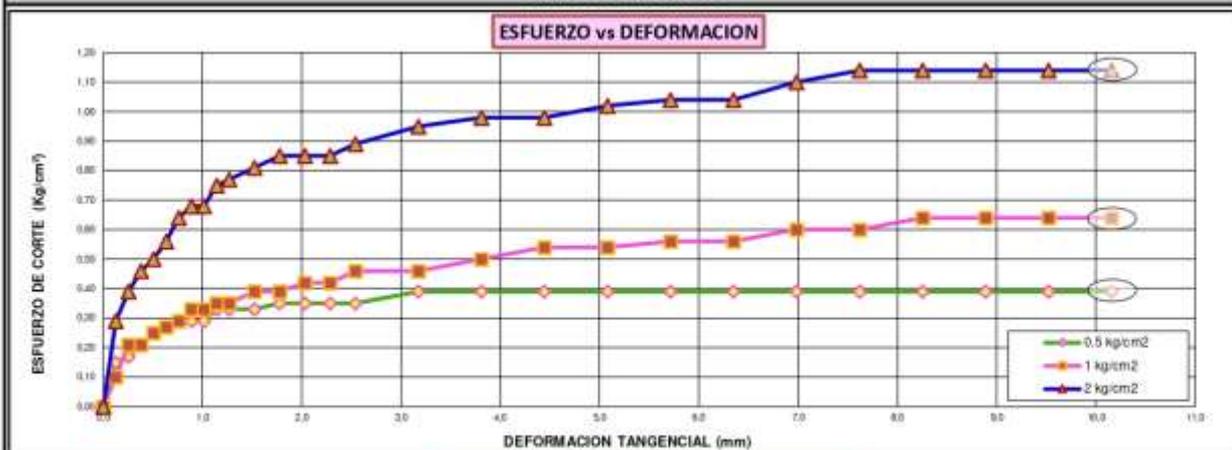
ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-02-G&C
		Fecha : 26 de febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE	BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	C - 02	TAMANO MÁXIMO	1 1/2 in
MUESTRA	M - 01	NIVEL FREÁTICO	-
PROFUND.	-	COORDENADAS	ESTE : - NORTE : - COTA : -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (0)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

GRAFICOS DEL ENSAYO



Observaciones: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. NO SON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Bach. CARMEN YAMA CONDORY
 TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNE - 4733338

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESTIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-02-G&C
		Fecha	: 26 de febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO
CALICATA	: C - 02		: ADERLY
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in
PROFUND.	: -	NIVEL FREÁTICO	: -
		COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	SM	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (0)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5,09		5,09		5,09	
Area (A)	(cm ²)	25,91		25,91		25,91	
Densidad Seca (γ _d)	(g/cm ³)	1,516		1,511		1,523	
Humedad (w)	%	26,34	30,35	26,34	30,55	25,84	30,15
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)	0,50		1,00		2,00	

ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm2]				ESPECIMEN 02 [1kg/cm2]				ESPECIMEN 03 [2kg/cm2]			
Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. angular (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
0,13	4,00	4,000	0,15	0,13	2,50	2,500	0,10	0,13	7,50	7,500	0,29
0,25	4,50	4,500	0,17	0,25	5,50	5,500	0,21	0,25	10,00	10,000	0,39
0,38	5,50	5,500	0,21	0,38	5,50	5,500	0,21	0,38	12,00	12,000	0,46
0,51	6,50	6,500	0,25	0,51	6,50	6,500	0,25	0,51	13,00	13,000	0,50
0,64	7,00	7,000	0,27	0,64	7,00	7,000	0,27	0,64	14,50	14,500	0,56
0,76	7,50	7,500	0,29	0,76	7,50	7,500	0,29	0,76	16,50	16,500	0,64
0,89	7,50	7,500	0,29	0,89	8,50	8,500	0,33	0,89	17,50	17,500	0,68
1,02	7,50	7,500	0,29	1,02	8,50	8,500	0,33	1,02	17,50	17,500	0,68
1,14	8,50	8,500	0,33	1,14	9,00	9,000	0,35	1,14	19,50	19,500	0,75
1,27	8,50	8,500	0,33	1,27	9,00	9,000	0,35	1,27	20,00	20,000	0,77
1,52	8,50	8,500	0,33	1,52	10,00	10,000	0,39	1,52	21,00	21,000	0,81
1,78	9,00	9,000	0,35	1,78	10,00	10,000	0,39	1,78	22,00	22,000	0,85
2,03	9,00	9,000	0,35	2,03	11,00	11,000	0,42	2,03	22,00	22,000	0,85
2,29	9,00	9,000	0,35	2,29	11,00	11,000	0,42	2,29	22,00	22,000	0,85
2,54	9,00	9,000	0,35	2,54	12,00	12,000	0,46	2,54	23,00	23,000	0,89
3,18	10,00	10,000	0,39	3,18	12,00	12,000	0,46	3,18	24,50	24,500	0,95
3,81	10,00	10,000	0,39	3,81	13,00	13,000	0,50	3,81	25,50	25,500	0,98
4,45	10,00	10,000	0,39	4,45	14,00	14,000	0,54	4,45	25,50	25,500	0,98
5,08	10,00	10,000	0,39	5,08	14,00	14,000	0,54	5,08	26,50	26,500	1,02
5,72	10,00	10,000	0,39	5,72	14,50	14,500	0,56	5,72	27,00	27,000	1,04
6,35	10,00	10,000	0,39	6,35	14,50	14,500	0,56	6,35	27,00	27,000	1,04
6,99	10,00	10,000	0,39	6,99	15,50	15,500	0,60	6,99	28,50	28,500	1,10
7,62	10,00	10,000	0,39	7,62	15,50	15,500	0,60	7,62	29,50	29,500	1,14
8,26	10,00	10,000	0,39	8,26	16,50	16,500	0,64	8,26	29,50	29,500	1,14
8,89	10,00	10,000	0,39	8,89	16,50	16,500	0,64	8,89	29,50	29,500	1,14
9,53	10,00	10,000	0,39	9,53	16,50	16,500	0,64	9,53	29,50	29,500	1,14
10,16	10,00	10,000	0,39	10,16	16,50	16,500	0,64	10,16	29,50	29,500	1,14

Observaciones : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G & C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-02-G&C
		Fecha	: 26 de febrero del 2022

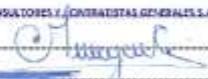
DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: 1 1/2 in
MUESTRA	: M - 01		
PROFUND.	: -,-	NIVEL FREÁTICO	: -,-
		COORDENADAS	
		ESTE	: -,-
		NORTE	: -,-
		COTA	: -,-

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 04	CH - 05	CH - 06
Masa Tara	[g]	71,43	72,05	74,93
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	479,66	356,15	489,37
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	394,55	296,32	402,45
Masa Agua	[g]	85,11	59,23	86,92
Masa Suelo Seco	[g]	323,12	224,87	327,52
Contenido de Humedad	[g]	26,34	26,34	26,54
PROMEDIO	(%)	26,4		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. HENRY CARMONA YAMA CONDY
INGENIERO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 8712638

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
BACH. LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 205176

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

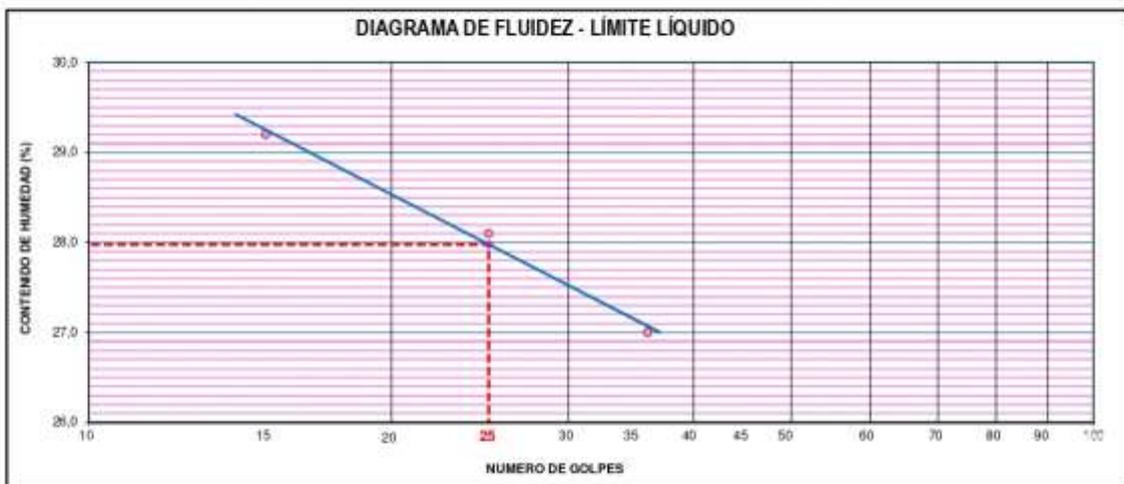
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-02-G&C
		Fecha : 26 de febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUÍ QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	: C - 02	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in
PROFUND.	: 1.00	
		NIVEL FREÁTICO : 1.00
		COORDENADAS
		ESTE : 1.00
		NORTE : 1.00
		COTA : 1.00

LÍMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
MASA DE LA TARA	[g]	46,83	45,95	42,95	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	66,01	62,64	61,73	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61,67	58,98	57,74	
MASA DE AGUA	[g]	4,34	3,66	3,99	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14,84	13,03	14,79	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29,20	28,10	27,00	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	25	36	

LÍMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MASA DE LA TARA	[g]	46,39	49,02		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49,68	52,13		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49,06	51,55		
MASA DE AGUA	[g]	0,62	0,58		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2,67	2,53		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23,20	22,90		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	28,00
LÍMITE PLASTICO	23,00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5,00

Bach. COHARY CARMEN YAMA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4733338

OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"> ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES CIP: 208178 </p>



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LIMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-03-G&C
		Fecha	: 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO
CALICATA	: C - 03		: ADERLY
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1 in
PROFUND.	: -	NIVEL FREÁTICO	: -
		COORDENADAS	
		ESTE	: -
		NORTE	: -
		COTA	: -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (1)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Diametro (φ) / ancho (b)	(cm)	5,09		5,09		5,09	
Area (A)	(cm ²)	25,91		25,91		25,91	
Densidad Seca (γ _d)	(g/cm ³)	1,475		1,475		1,475	
Humedad (w)	%	24,70	28,60	24,40	28,90	25,00	29,10
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)	0,50		1,00		2,00	

ESPECIMEN 01 [0.5kg/cm2]				ESPECIMEN 02 [1kg/cm2]				ESPECIMEN 03 [2kg/cm2]			
Deformac. Tangencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. Tangencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Deformac. Tangencial (mm.)	Carga Aplicada (kg)	Fuerza Cortante (kgf)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)
0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
0,13	1,50	1,500	0,06	0,13	0,50	0,500	0,02	0,13	4,00	4,000	0,15
0,25	2,00	2,000	0,08	0,25	1,50	1,500	0,06	0,25	5,50	5,500	0,21
0,38	2,50	2,500	0,10	0,38	3,00	3,000	0,12	0,38	6,50	6,500	0,25
0,51	3,00	3,000	0,12	0,51	4,50	4,500	0,17	0,51	7,50	7,500	0,29
0,64	4,00	4,000	0,15	0,64	6,00	6,000	0,23	0,64	8,00	8,000	0,31
0,76	4,50	4,500	0,17	0,76	6,50	6,500	0,25	0,76	9,00	9,000	0,35
0,89	4,50	4,500	0,17	0,89	7,50	7,500	0,29	0,89	10,00	10,000	0,39
1,02	4,50	4,500	0,17	1,02	8,00	8,000	0,31	1,02	10,50	10,500	0,41
1,14	5,00	5,000	0,19	1,14	8,50	8,500	0,33	1,14	12,00	12,000	0,46
1,27	5,00	5,000	0,19	1,27	9,00	9,000	0,35	1,27	12,00	12,000	0,46
1,52	5,50	5,500	0,21	1,52	10,00	10,000	0,39	1,52	13,00	13,000	0,50
1,78	6,00	6,000	0,23	1,78	10,50	10,500	0,41	1,78	13,00	13,000	0,50
2,03	6,00	6,000	0,23	2,03	10,50	10,500	0,41	2,03	14,00	14,000	0,54
2,29	6,00	6,000	0,23	2,29	11,00	11,000	0,42	2,29	14,50	14,500	0,56
2,54	6,00	6,000	0,23	2,54	11,50	11,500	0,44	2,54	15,00	15,000	0,58
3,18	6,50	6,500	0,25	3,18	11,50	11,500	0,44	3,18	16,00	16,000	0,62
3,81	6,50	6,500	0,25	3,81	12,00	12,000	0,46	3,81	17,00	17,000	0,66
4,45	6,50	6,500	0,25	4,45	12,00	12,000	0,46	4,45	17,00	17,000	0,66
5,08	6,50	6,500	0,25	5,08	12,00	12,000	0,46	5,08	18,00	18,000	0,69
5,72	6,50	6,500	0,25	5,72	12,00	12,000	0,46	5,72	18,50	18,500	0,71
6,35	7,00	7,000	0,27	6,35	12,00	12,000	0,46	6,35	19,00	19,000	0,73
6,99	7,00	7,000	0,27	6,99	12,00	12,000	0,46	6,99	19,50	19,500	0,75
7,62	7,00	7,000	0,27	7,62	12,00	12,000	0,46	7,62	19,50	19,500	0,75
8,26	7,00	7,000	0,27	8,26	12,00	12,000	0,46	8,26	19,50	19,500	0,75
8,89	7,00	7,000	0,27	8,89	12,00	12,000	0,46	8,89	20,00	20,000	0,77
9,53	7,00	7,000	0,27	9,53	12,00	12,000	0,46	9,53	20,00	20,000	0,77
10,16	7,00	7,000	0,27	10,16	11,50	11,500	0,44	10,16	20,00	20,000	0,77

Observaciones : Las Muestras y Datos fueron proporcionados por el responsable del estudio



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G & C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N°	: T_UCV_TQVA-02/22-03-G&C
		Fecha	: 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE	: BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY	
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO : 1 in NIVEL FREÁTICO : -,-	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01		ESTE	: -,-
PROFUND.	: -,-		NORTE	: -,-
			COTA	: -,-

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 07	CH - 08	CH - 09
Masa Tara	[g]	89,50	76,94	68,92
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	400,13	483,24	358,37
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	334,65	401,21	300,49
Masa Agua	[g]	65,48	82,03	57,88
Masa Suelo Seco	[g]	265,15	324,27	231,57
Contenido de Humedad	[g]	24,70	25,30	24,99
PROMEDIO	(%)	25,0		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. TARQUI QUENAYA VETO ADERLY
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN: 209178

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

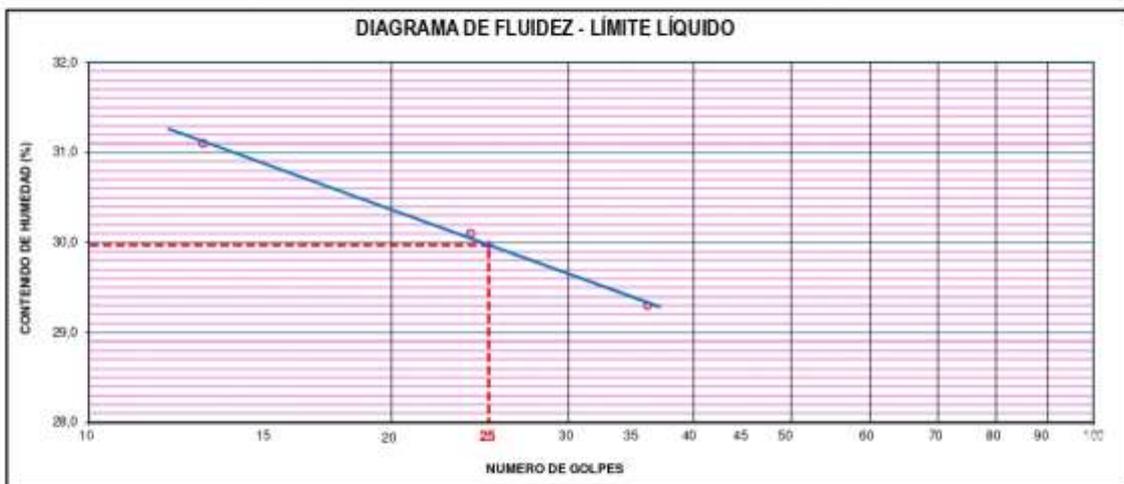
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-03-G&C
		Fecha : 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUÍ QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	: C - 03	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 in
PROFUND.	: 1.00	NIVEL FREÁTICO : 1.00
		COORDENADAS
		ESTE : 1.00
		NORTE : 1.00
		COTA : 1.00

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 11	LC - 12	LC - 13	
MASA DE LA TARA	[g]	45,79	48,08	34,45	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64,11	62,88	52,80	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59,76	59,46	48,64	
MASA DE AGUA	[g]	4,35	3,42	4,16	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13,97	11,38	14,19	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31,10	30,10	29,30	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	24	36	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 14	LC - 15		
MASA DE LA TARA	[g]	45,56	46,74		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48,15	50,43		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47,65	49,70		
MASA DE AGUA	[g]	0,50	0,73		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2,09	2,96		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23,90	24,70		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30,00
LÍMITE PLÁSTICO	24,00
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	6,00

[Signature]
 Bach. COHARY CARMEN YAMA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 4733338

OBSERVACIONES
LAS MEDICIONES Y CÁLCULOS SON RESPONSABLES POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

[Signature]
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DE ZAPATAS CUADRADAS

FORMULA GENERAL DE MEYERHOF

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOGRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-03-06C Fecha : 11 de mayo del 2023
--------------	---	--

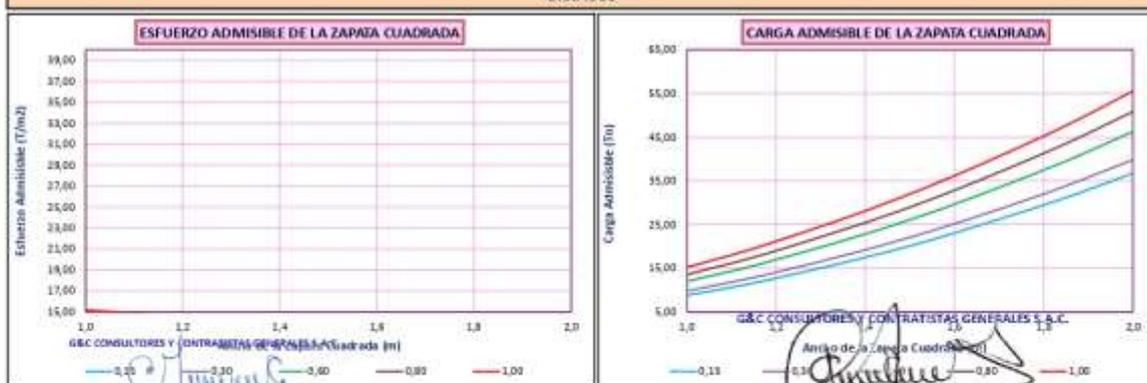
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOGRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE : BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY	COORDENADAS
CALICATA	C - 03		ESTE : --- NORTE : --- COTA : ---
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1 in	
PROFUND.	---	NIVEL FREÁTICO : ---	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL CÁLCULO		
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA CUADRADA	
CLASIFICACIÓN SUCS	HL	FORMA DE LA ZAPATA	18,26 °	
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (1)	ANGULO DE FRICCIÓN	1,15 T/m ²	
DESCRIPCIÓN SUCS	Uma arena de baja plasticidad	COHESIÓN	1,473 T/m ³	
		DENSIDAD NATURAL SECA	1,473 T/m ³	

Angulo de Fricción	Cohesión	Factor de Capacidad de Carga			Factores de Forma			Factores de profundidad			Factores de inclinación			Ancho de Ciment. (B) (m)	Densidad Natural (T/m ³)	Profund. de Ciment. (Df) (m)	q _{adm.} (T/m ²)	q _{adm.} (T/m ²)	Carga Admisible (Tn)	q _{adm.} (kg/cm ²)
		Nc	Nq	Ny	Fcs	Fqs	Fys	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyi							
18,26 °	1,15	13,31	5,39	4,22	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Observaciones : SE RECOMIENDA EVALUAR LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE OTROS METODOS DE CÁLCULO DONDE OBTENGAN RESULTADOS MAS CONSERVADORES.

GRAFICOS



Bach. CARMEN YAMA CONDORY
 TÉCNICO SUPERIOR DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DRE - 473319

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178

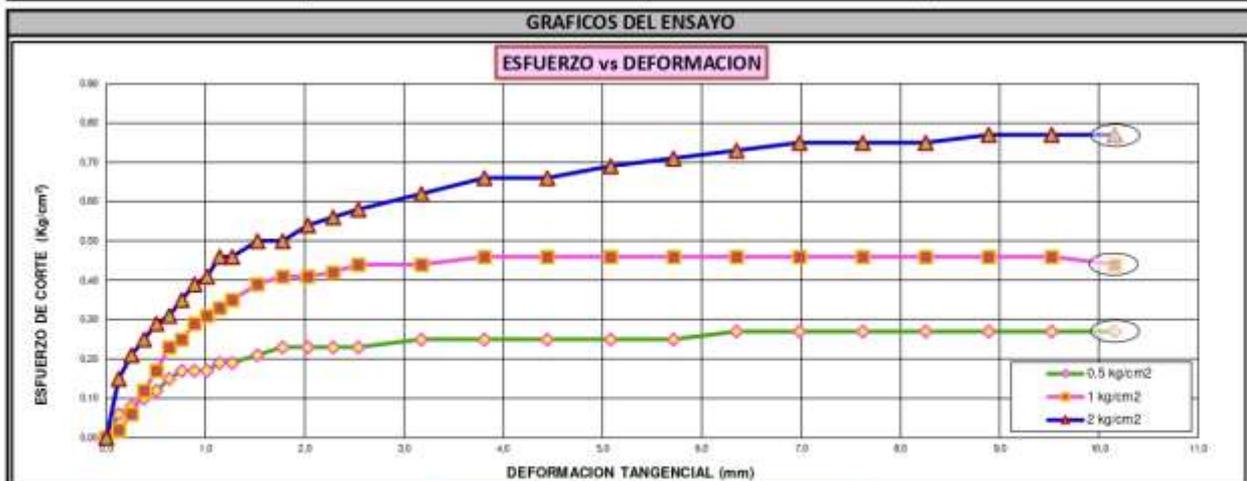
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ESTÁNDAR TEST METHOD FOR DIRECT SHEAR TEST OF SOILS UNDER CONSOLIDATED DRAINED CONDITIONS (ASTM D 3080/D 3080-II)

TESIS	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES DE CORTE ANALIZADOS MEDIANTE MÉTODOS DE EQUILIBRIO LÍMITE, CARRETERA CHECCA MASOCRUZ EL COLLAO, PUNO 2022	Registro N° : T_UCV_TQVA-02/22-03-G&C
		Fecha : 11 de mayo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA CHECCA MASOCRUZ, PROV. EL COLLAO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	TALUD	SOLICITANTE	BACH. TARQUI QUENAYA, VETO ADERLY
CALICATA	C - 03	TAMANO MÁXIMO	1 in
MUESTRA	M - 01	NIVEL FREÁTICO	-
PROFUND.	-	COORDENADAS	ESTE : - NORTE : - COTA : -

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN SUCS	ML	VELOCIDAD DE ENSAYO	0.0509 mm/min
CLASIFICACIÓN AASHTO	A-4 (1)	TIEMPO DE CORTE	200 min
ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADO	TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN	24 Horas



Observaciones: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. NO SE RESPONSABILIZA POR LOS RESULTADOS PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

[Signature]

Bach. CARMEN YANA CONDORY
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIRECCIÓN: 01033333

[Signature]

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DIRECCIÓN DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 208178

Anexo 10



COINSER AQP SAC
CENTRO COMERCIAL LA NEGRITA OF.10
Toll. 407 419-Cel 966377037 AREQUIPA



Certificado De Operatividad

N° de Certificado: COINSER 030-0559/2021

N° de Servicio: 830-00887/GPS

Cliente: **CALSIN APAZA GUIDO**

Domicilio: Jr. SAN JUAN BOSCO 409

Prov.: Puno

Dep.: Puno

Instrumento

Descripción: GPS DIFERENCIAL

Marca: SOUTH RTK Galaxy G1 Plus

Modelo: R8-ROVER

N° de Serie: **SG11A6133350796FDS**

COINSER declara que emplea procedimientos normalizados, patrones en la calidad suficiente y de nivel de precisión adecuada, y personal competente. Los resultados son trazables a los patrones nacionales y por este medio a los patrones internacionales.

En las pruebas efectuadas en tiempo real el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabrica.

PRECISION LEVANTAMIENTO GPS POST. PROCESO ESTATIC & FAST ESTATIC

HORIZONTAL	3mm+0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm+0.4 ppm RMS

Condiciones ambientales de medición: Temperatura 20°C

FECHA DE MANTENIMIENTO	10 OCTUBRE 2021
FECHA DE VENCIMIENTO	10 OCTUBRE 2022

Procedimiento Utilizado B40-ACPT.

Fecha de emisión 10 OCTUBRE 2021

CERTIFICADO POR	BELLO DE GARANTIA
 TECNICO Juan José Martínez Acuña	 COINSER AQP SAC



COINSER AQP SAC

CENTRO COMERCIAL LA NEGRITA OF.10

Tel. 407419-Cel 966377037 AREQUIPA



Certificado De Operatividad

N° de Certificado: COINSER 030-0559/2021

N° de Servicio: 830-00886/GPS

Cliente: CALSIN APAZA GUIDO

Domicilio: Jr. SAN JUAN BOSCO 409

Prov.: Puno

Dep.: Puno

Instrumento

Descripción: GPS DIFERENCIAL

Marca: SOUTH RTK Galaxy G1 Plus

Modelo: R8-BASE

N° de Serie: SG11A6133350807ED5

COINSER declara que emplea procedimientos normalizados, patrones en la calidad suficiente y de nivel de precisión adecuada, y personal competente. Los resultados son trazables a los patrones nacionales y por este medio a los patrones internacionales.

En las pruebas efectuadas en tiempo real el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabrica.

PRECISION LEVANTAMIENTO GPS POST PROCESO ESTATIC & FAST ESTATIC

HORIZONTAL	3mm+0.1 ppm RMS
VERTICAL	3.5 mm+0.4 ppm RMS

Condiciones ambientales de medición: Temperatura 20°C

FECHA DE MANTENIMIENTO	10 OCTUBRE 2021
FECHA DE VENCIMIENTO	10 OCTUBRE 2022

Procedimiento Utilizado 840-ACPT.

Fecha de emisión 10 OCTUBRE 2021

CERTIFICADO POR	SELLO DE GARANTIA
<p>TÉCNICO</p>  <p>José José Mariani Asalla</p>	 <p>AQP CONS SAC</p>

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.9	18.9

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	72	72	72

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)		
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.002	
2		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.0000	0.002
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	18.9	18.9

	Inicial	Final	Final
H.R. (%)	72	72	72

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0.01	0.010	0.0005	0.0000						
0.20	0.20	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.20	0.0005	0.0000	0.0000	+
0.10	0.10	0.0005	0.0000	0.0000	0.10	0.0006	-0.0001	-0.0001	2.000
0.50	0.50	0.0005	0.0000	0.0000	0.50	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	1.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.001
5.00	5.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	5.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001
10.00	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
15.00	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	20.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
25.00	25.00	0.0008	-0.0003	-0.0003	25.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.003
30.00	30.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	30.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.003

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1737-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LAB. DE MASA PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA	: OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
Nº DE SERIE	: 8356390804	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO	: R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.010 kg
TIPO	: ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE	III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 306, 314, 315, 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	18.9	18.9		72	72

Medición Nº	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
2	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
3	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
4	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
5	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
6	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
7	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
9	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
10	15.000	0.0007	-0.0002	30.000	0.0005	0.0000

$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0001	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
1	0.10	0.10	0.005	0.000	200.00	200.00	0.005	0.000	0.000	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		200.01	0.007	0.008	0.008	0.008	0.02
3		0.10	0.005	0.000		200.00	0.005	0.000	0.000	0.000	0.02
4		0.10	0.005	0.000		199.99	0.004	-0.009	-0.009	-0.009	0.02
5		0.10	0.005	0.000		200.00	0.007	-0.002	-0.002	-0.002	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						
0.50	0.50	0.005	0.000	0.000	0.20	0.005	-0.300	-0.300	0.01
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.005	0.000	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	-0.001	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.01
50.00	50.00	0.005	0.000	0.000	50.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
100.00	100.00	0.006	-0.001	-0.001	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.02
200.00	200.00	0.006	-0.001	-0.001	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
300.00	300.00	0.005	0.000	0.000	300.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
500.00	500.00	0.006	-0.001	-0.001	500.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
620.00	620.01	0.007	0.008	0.008	620.01	0.007	0.008	0.008	0.03

$$E = l + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde l = indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})l$$


 Revisado por:
 Eler Pozo S
 Dpto. Metrologia


 Calibrado por:
 Angel Perez Barroso
 Dpto. Metrologia



LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1736-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCION : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740- PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Masa - PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA : 620 g
 N° DE SERIE : 8341286316 DIV. DE ESCALA (d) : 0.01 g
 MODELO : NV622ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : 0.01 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO : NO INDICA
 CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA : 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	18.5	18.4		71	71

Medición N°	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
2	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
3	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
4	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
5	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
6	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
7	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.007	-0.002
8	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000
9	300.00	0.005	0.000	600.00	0.006	-0.001
10	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000

$$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
300.00	0.001	0.03
600.00	0.002	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de Pys EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movlización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número **LM-262-2021**
 Expediente **20302**
 Página **2-3**

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,6 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	61 %	59 %

Medición N.º	Carga L1 = 10 kg			Carga L2 = 20 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	10,001	0,0007	0,001	20,000	0,0006	0,000
2	10,001	0,0010	0,001	19,999	0,0005	-0,001
3	10,000	0,0006	0,000	19,999	0,0004	-0,001
4	10,001	0,0009	0,001	19,999	0,0003	-0,001
5	10,000	0,0005	0,000	19,999	0,0005	-0,001
6	10,001	0,0010	0,001	19,998	0,0002	-0,002
7	10,000	0,0010	0,000	19,999	0,0004	-0,001
8	10,000	0,0009	0,000	19,998	0,0003	-0,002
9	10,000	0,0005	0,000	19,999	0,0007	-0,001
10	10,000	0,0007	0,000	19,998	0,0002	-0,002

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	4
1	
2	5

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,3 °C	14,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	59 %	59 %

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (kg)	Determinación de Ec			
		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)	Ec (kg)
1	0,01	0,010	0,0009	0,000	6	6,000	0,0005	0,000	0,000
2		0,009	0,0005	-0,001		6,000	0,0008	0,000	0,001
3		0,010	0,0010	0,000		5,999	0,0004	-0,001	0,000
4		0,009	0,0006	-0,001		6,000	0,0007	0,000	0,001
5		0,010	0,0010	0,000		6,000	0,0005	0,000	0,000

* valor entre 0 y 10g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,4 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	59 %	58 %

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,01	0,010	0,0010	-0,001						
0,02	0,019	0,0008	-0,001	-0,001	0,019	0,0006	-0,001	-0,001	0,01
0,5	0,499	0,0007	-0,001	-0,001	0,499	0,0004	-0,001	0,000	0,01
1	0,999	0,0004	-0,001	0,000	0,999	0,0005	-0,001	-0,001	0,01
2	1,999	0,0005	-0,001	0,000	1,999	0,0005	-0,001	0,000	0,01
5	4,999	0,0006	-0,001	-0,001	5,000	0,0004	0,000	0,001	0,01
7	6,999	0,0004	-0,001	0,000	7,000	0,0004	0,000	0,001	0,02
10	10,000	0,0005	0,000	0,001	10,000	0,0005	0,000	0,001	0,02
12	12,001	0,0007	0,001	0,001	12,001	0,0005	0,001	0,001	0,02
15	15,001	0,0004	0,001	0,002	15,001	0,0007	0,001	0,001	0,02
20	20,000	0,0006	0,000	0,000	20,000	0,0006	0,000	0,000	0,02



Método de Calibración

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón)

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,6 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	61 %	58 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	M-001-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (2kg)	M-0184-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	M-0185-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M2 (10kg)	M-0186-2021
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-115-2021

Resultados de Calibración

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,333E-07 + 2,156E-09 R^2}$$

$$U(20) = 0,002 \text{ kg}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{correctado}} = R - (2,596E-05)R$$

$$R_{\text{correctado}} = 19,999 \text{ kg}$$

OBSERVACIONES:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- (*) Código proporcionado por el laboratorio de masa de CEM INDUSTRIAL.

FIN DEL DOCUMENTO

Solicitante G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**Dirección** AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO**Laboratorio de temperatura**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	HORNO
Marca / Fabricante	ALFA
Modelo	G-0301250
Serie / Identificación	NO INDICA / NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Instrumento de medición	TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
Identificación	NO INDICA
Selector	DIGITAL
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
Ubicación del instrumento	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS

Lugar de calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO**Fecha de calibración** 2021-12-21**Sello** **Fecha de emisión** **Jefe del laboratorio de calibración**

2021-12-28

CEM INDUSTRIAL
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

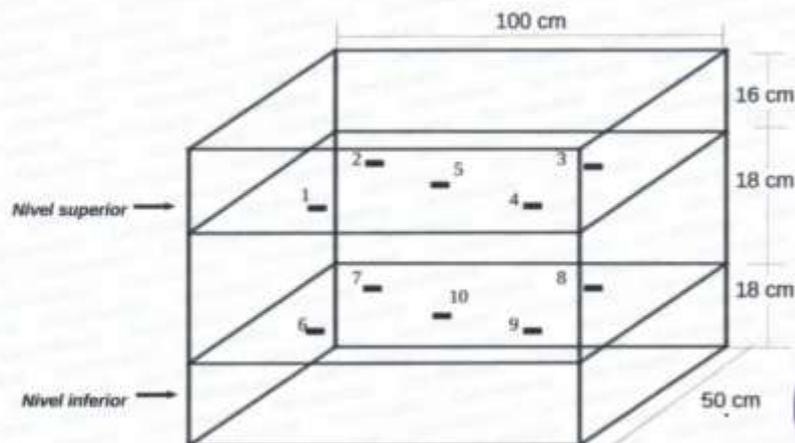
	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	13,4 °C	12,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	52 %	54 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
- Los termopares del 1 al 4 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 25 cm de las paredes 12 cm del frente y fondo del horno respectivamente.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T ind. (°C) (Termómetro o sonda)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	109,8	108,2	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,6	105,3	8,2
2	110	110,0	108,2	106,1	105,4	106,2	102,1	101,7	108,7	105,9	101,7	105,6	8,3
4	110	109,9	108,0	106,0	105,5	106,0	102,0	101,6	109,8	107,1	101,4	105,7	8,5
6	110	109,9	108,1	106,2	105,7	105,8	101,9	101,7	109,7	105,6	101,5	105,6	8,4
8	110	110,3	108,4	106,1	105,6	106,1	102,1	101,6	109,4	107,3	102,6	106,0	8,7
10	110	110,6	108,8	106,1	105,1	106,7	102,3	102,3	109,7	106,7	102,8	106,1	8,3
12	110	110,6	108,8	106,8	105,8	106,6	102,1	102,3	109,7	107,5	103,0	106,3	8,5
14	110	110,7	109,0	106,8	106,2	106,7	102,4	102,4	110,4	108,0	103,6	106,6	8,3
16	110	110,7	109,1	106,6	105,8	107,0	102,2	102,3	110,0	107,6	103,1	106,4	8,5
18	110	110,7	109,0	106,7	105,9	106,5	102,4	102,8	109,8	107,4	102,8	106,4	8,3
20	110	110,5	108,7	106,6	105,6	106,8	102,7	102,1	110,6	107,8	102,7	106,4	8,5
22	110	110,2	108,8	106,7	105,9	106,5	102,5	102,6	108,9	107,8	103,3	106,3	7,7
24	110	110,4	108,8	106,9	106,2	106,8	102,5	103,3	110,6	107,6	103,1	106,6	8,1
26	110	110,8	109,1	107,1	106,7	107,3	103,0	102,6	110,1	107,1	103,6	106,7	8,2
28	110	110,8	109,1	107,2	106,6	107,3	103,0	103,1	111,3	108,9	104,3	107,2	8,3
30	110	110,8	109,2	107,2	106,2	107,1	102,9	102,9	109,8	108,3	104,0	106,8	7,9
32	110	110,9	109,3	107,3	106,6	107,4	103,4	103,4	111,8	109,4	103,4	107,3	8,4
34	110	110,6	108,7	107,3	106,4	107,3	102,6	102,8	110,6	108,2	103,0	106,8	8,0
36	110	110,2	108,7	107,0	105,9	106,8	102,6	103,4	110,5	108,6	103,6	106,7	7,9
38	110	110,1	108,9	106,8	106,4	106,4	103,3	103,3	110,1	108,7	103,1	106,7	7,0
40	110	110,4	108,6	106,9	106,2	106,8	103,0	102,7	110,9	108,8	103,0	106,7	8,2
42	110	110,6	108,7	107,1	106,3	107,2	102,7	102,2	111,0	109,4	103,0	106,8	8,8
44	110	110,0	108,6	106,8	106,3	106,4	103,1	102,3	111,1	108,3	103,8	106,7	8,8
46	110	110,2	108,3	106,7	105,7	106,7	102,3	101,8	110,4	109,0	103,3	106,4	8,6
48	110	110,1	108,6	106,9	105,9	107,3	102,6	103,4	110,8	108,3	103,5	106,7	8,2
50	110	110,0	108,8	106,8	106,2	106,8	103,6	102,9	110,0	108,7	103,6	106,7	7,1
52	110	110,2	108,7	107,1	106,3	106,7	102,9	102,8	110,9	109,1	104,3	106,9	8,1
54	110	110,4	108,5	107,0	106,4	107,0	102,5	103,5	111,1	109,3	103,9	107,0	8,6
56	110	110,4	108,8	107,0	106,1	106,9	102,9	103,2	111,0	110,2	104,3	107,1	8,1
58	110	110,5	109,0	107,0	106,2	107,0	103,0	103,1	110,4	109,1	104,5	107,0	7,5
60	110	110,5	108,9	107,2	106,3	107,1	103,6	102,8	111,2	109,3	104,0	107,1	8,4
T. PRON	110,0	110,4	108,7	106,8	106,0	106,7	102,6	102,6	110,3	108,1	103,2	106,5	7,8
T. MAX	110,0	110,9	109,3	107,3	106,7	107,4	103,6	103,5	111,8	110,2	104,5		
T. MIN	110,0	109,8	108,0	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,4		
DTT	110,0	1,1	1,3	1,8	2,0	1,7	2,0	1,9	3,4	4,6	3,1		



Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	111.8	0.4
Mínima temperatura medida	101.4	0.3
Desviación de temperatura en el tiempo	4.6	0.1
Desviación de temperatura en el espacio	7.8	0.3
Estabilidad medida (\pm)	2.30	0.04
Uniformidad medida	8.8	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T. MAX: Temperatura máxima.

T. MIN: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

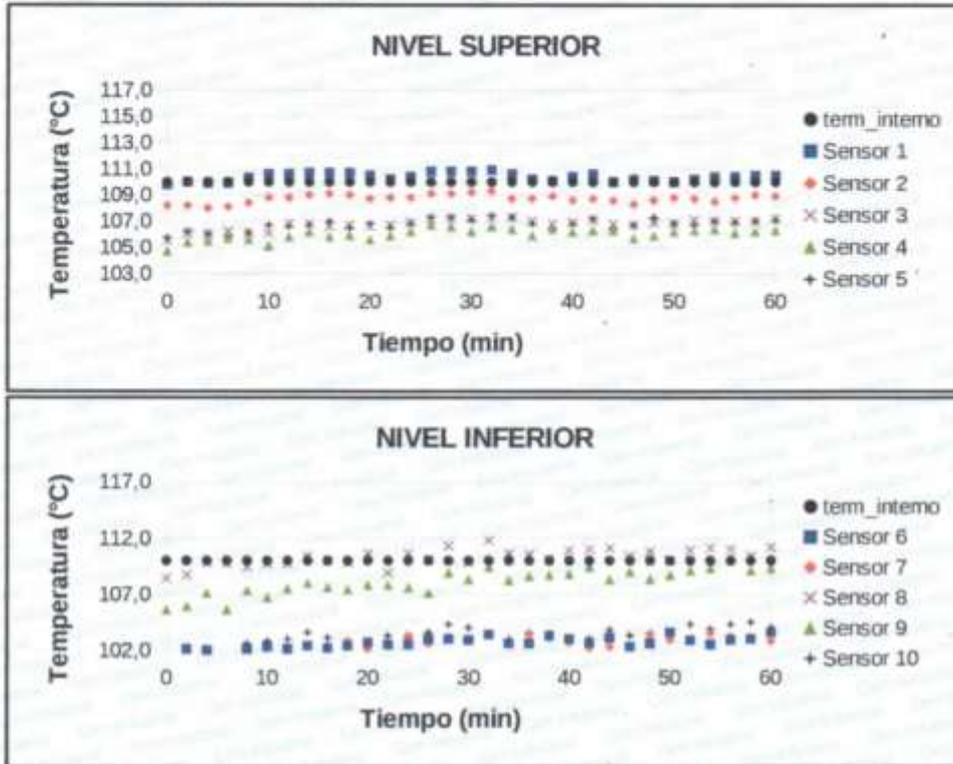
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente	20302	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor. Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES	
Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO	
Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca (o Fabricante)	HUMBOLDT	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	USA	
Código	NO INDICA	
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS	
Lugar de Calibración	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO	
Fecha de Calibración	2021-21-21	

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: L-1086-2021; T-3787-2021.**Condiciones Ambientales**

Temperatura promedio: 14,3 °C ; Humedad relativa prom. 56,5 HR%

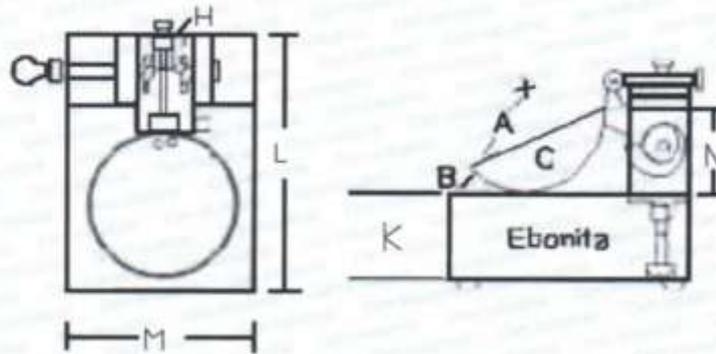
Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello**Fecha de emisión**

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración**CEM INDUSTRIAL**
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2,0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0,1	1	1,5	5	5	5

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54,9	1,9	27,2	50,1	49,7	150	125
Incertidumbre (mm)	0,5	0,05	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6



Fin de documento.